



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
ENGENHARIA CIVIL

MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO

**EMPREGO DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NOS PROJETOS DE ENGENHARIA
DE UMA RESIDÊNCIA EM NÍSIA FLORESTA/RN**

CARAÚBAS - RN

2018

MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO

**EMPREGO DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NOS PROJETOS DE ENGENHARIA
DE UMA RESIDÊNCIA EM NÍSIA FLORESTA/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro civil.

Orientador(a): Leonete Cristina de Araújo
Ferreira Medeiros Silva.

CARAÚBAS – RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

NR484 e Nunes Freire Ribeiro, Marília.
EMPREGO DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NOS
PROJETOS DE ENGENHARIA DE UMA RESIDÊNCIA EM NÍSIA
FLORESTA/RN / Marília Nunes Freire Ribeiro. -
2018.
99 f. : il.

Orientadora: Leonete Cristina de Araújo
Ferreira Medeiros Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2018.

1. Sustentabilidade. 2. Projetos de
complementares. 3. Reúso de água. I. Cristina de
Araújo Ferreira Medeiros Silva, Leonete , orient.
II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

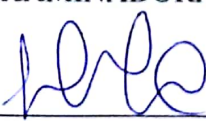
MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO

**EMPREGO DE DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NOS PROJETOS DE ENGENHARIA
DE UMA RESIDÊNCIA EM NÍSIA FLORESTA/RN**

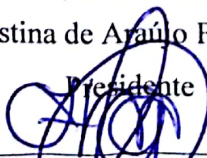
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia civil da Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro civil.

APROVADO EM: 13/04/18

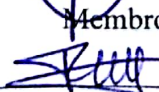
BANCA EXAMINADORA



Profa. Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva



Presidente
Francisco Mateus Gomes Lopes



Membro
Phiética Raíssa Rodrigues da Silva
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, assim como todas as minhas conquistas, aos meus pais - Ana Nunes Paiva e Luiz Freire Ribeiro - e aos meus irmãos, Rodolfo e Gustavo Nunes Freire Ribeiro. Vocês são meu porto seguro em todos os momentos, em cada uma das minhas escolhas, nos meus tropeços e vitórias; vocês são minha âncora que estão sempre prontos e dispostos a acompanhar meus sonhos, sempre a postos para atracar ou seguir viagem comigo na minha fantasia de ganhar a vida, sabedoria, conhecimento e o mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, a Buda ou àquele que nos manda sempre forças, boas energias e determinação para nunca desistir, seja qual for a cultura ou religião.

Agradeço também à toda minha família – pais, irmãos, tios e primos- por acreditarem incondicionalmente no meu potencial e sempre, sem exceções, estarem ao meu lado para apoiar, cuidar e ensinar.

Também não esqueço dos amigos que adquiri nessa jornada, que são muitos. Agradeço àqueles que estavam no princípio dessa jornada, no curso de Ciência e Tecnologia comigo em Mossoró, obrigada a todos por cada momento, cada trabalho, cada conselho e cada ombro amigo nos momentos mais complicados.

Em seguida vem as amigas do intercâmbio, que compartilharam comigo a vivência do mundo, do descobrimento, do autoconhecimento, da saudade dos que ficaram no Brasil, das novas experiências, das novas línguas, das disciplinas e professores em uma universidade totalmente diferente da do nosso costume, da valorização do nosso país e da nossa cultura e, principalmente, do sentimento de construir uma família em outro país e sempre querer voltar, pois sim amigos, nos tornamos uma família.

Aos amigos do curso de engenharia civil, onde passeis pelos momentos mais árduos e de determinação de toda a graduação. Obrigada por todos os momentos.

Também não esqueço dos professores que estiveram por toda essa jornada, sempre pacientes, dedicados e fazendo por onde extrair o nosso melhor. Aos meus mestres, muitíssimo obrigada!

E finalmente, aos amigos de profissão, que está só no início, mas já me revelou profissionais dignos da minha admiração e respeito. Obrigada.

RESUMO

A busca por edificações sustentáveis, que tragam menos impacto ao meio ambiente, passa pelos projetos de arquitetura e engenharia, visando sempre a elaboração de imóveis com o máximo de reúso de águas cinzas (efluente de ralos, chuveiros, pias e máquinas de lavar) e da bacia sanitária e o mínimo de consumo de água potável. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo elaborar os projetos de água pluvial, esgoto sanitário e água fria de uma residência em Nísia Floresta/RN, propondo ideias de baixo custo para reúso, dimensionando os sistemas hidráulicos, estudando sua viabilidade; propondo mudanças no projeto arquitetônico original; e sugerindo alternativas para os problemas encontrados durante o dimensionamento dos projetos. Inicialmente, utilizando AutoCAD e o Sketchup, foram lançadas as tubulações de água pluvial e estudada a viabilidade de implantação de reúso em 3 pontos da residência. A máquina de lavar, que será abastecida por essa precipitação da chuva e por água fria, gerará uma economia de 2.400 litros de água por mês. No projeto de esgoto, o efluente da bacia sanitária alimentará um tanque de evapotranspiração, evitando contaminação do lençol freático e irrigando constantemente bananeiras, mamoeiros ou outras plantas colocadas sobre esse tanque. As águas cinzas irrigarão pés de bananeiras, nutrindo o solo com nutrientes necessários para essa árvore frutífera. No banheiro, haverá reúso da água do lavatório nas caixas acopladas. Já o projeto de água fria virá para complementar os locais que houver reúso e abastecer os outros pontos de utilização da residência, sendo locais em que há contato direto do usuário com a água. No geral, observou-se que a utilização de água pluvial e reutilização da água dos lavatórios reflete na diminuição do consumo de água potável em 20,9%, sem considerar a água reutilizada para rega de jardim. Além disso, a bacia de evapotranspiração e a reutilização de águas cinzas resultará em nutrientes benéficos para as árvores e plantas cultivadas no local.

Palavras-chave: Sustentabilidade, projetos de complementares, reúso de água.

ABSTRACT

The search for sustainable buildings, which bring less impact to the environment, goes through architectural and engineering projects, always aiming at the elaboration of real estate with maximum reuse of gray water and sanitary basin and minimum consumption of drinking water. Thus, the present thesis has the objective of elaborating the rainwater, sanitary sewage and cold water projects of a residence in Nisia Floresta, proposing ideas of low cost of reuse, dimensioning the hydraulic systems and studying their feasibility, proposing changes in the original architectural project and suggesting alternatives to the problems encountered during project design. Initially, using AutoCAD and Sketchup, the pluvial water pipes were launched and the viability of reuse implantation was studied in 3 points of the residence. The washing machine, which will be supplied by this precipitation of rain and cold water, will generate a saving of 2,400 liters of water per month. In the sewage project, the effluent from the toilet will feed an evapotranspiration tank, avoiding contamination of the water table and constantly irrigating banana trees, papaya trees or other plants placed on this tank. The gray water will irrigate banana trees, nourishing the soil with nutrients necessary for this fruit tree. In the bathroom there will be reuse of the water from the lavatory in the attached boxes. The cold water project will come to complement the places that are reused and supply the other points of use of the residence, being places in which there is direct contact of the user with the water. In general, it was observed that the use of rainwater and reuse of lavatory water reflects the reduction of drinking water consumption by 20.9%, without considering the water reused for garden watering. In addition, the evapotranspiration basin and the re-use of gray water will result in beneficial nutrients for the trees and plants sown on site.

Key words: Sustainability, complementary projects, water reuse.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAERN	Companhia de águas e esgotos do Rio Grande do Norte
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
DQO	Demanda Química d Oxigênio
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ISO	Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
RDC	Resíduos de Demolição e Construção
RN	Rio Grande do Norte
TEvap	Tanque de evapotranspiração

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DO PROJETO FINAL	18
FIGURA 02 - TERRENO DE CONSTRUÇÃO DA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	19
FIGURA 03 PROJETO ARQUITETÔNICO ORIGINAL.....	20
FIGURA 04 - PROJETO ARQUITETÔNICO ATUALIZADO.....	20
FIGURA 05 - ILUSTRAÇÃO DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CALHA E CANO CONDUTOR	23
FIGURA 06 - TELHADO VISTA LATERAL ESQUERDA	23
FIGURA 07 - TELHADO VISTA FRONTAL	24
FIGURA 08 - DIMENSÕES DA COBERTURA	24
FIGURA 09 - DETALHAMENTO RESERVATÓRIO DE DESCARTE DE PRIMEIRAS ÁGUAS E DE REUSO	25
FIGURA 10 - BOMBONA 200 L	26
FIGURA 11 - PRÉ-FILTRO PARA RETENÇÃO DE IMPUREZAS.....	27
FIGURA 12 - CORTE EM PERSPECTIVA DO TEVAP	29
FIGURA 13 - CÍRCULO DE BANANEIRA.....	30
FIGURA 14 - CARTILHA DE TRATAMENTO DE ÁGUA	30
FIGURA 15 - SISTEMA DE REUSO E ÁGUA DO LAVATÓRIO SLOAN VALVE.....	31
FIGURA 16 - ESQUEMA DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA DO LAVATÓRIO.....	32
FIGURA 17 - VOLUME DE PARTICIPAÇÃO.....	33
FIGURA 18 - ESTRUTURA TARIFÁRIA DA CAERN	36
FIGURA 19 - DISPOSIÇÃO DAS PLANTAS NO TERRENO	37
FIGURA 20 – ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	52
FIGURA 21- MINI CISTERNA DE BOMBONAS	68
FIGURA 22 – ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA REGA DE JARDIM	68
FIGURA 23 - FILTRO PARA RETENÇÃO DE IMPUREZAS	70
FIGURA 24 - RESERVATÓRIO DE ÁGUA MODELO.....	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01- PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA PARA USOS RESTRITOS NÃO POTÁVEIS	24
QUADRO 02 - FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO	27
QUADRO 03 - CONSUMO MÉDIO DIÁRIO PER CAPITA POR PONTO DE UTILIZAÇÃO E POR MORADOR.....	33
QUADRO 04 - CONSUMO MÉDIO DIÁRIO PER CAPITA POR PONTO DE UTILIZAÇÃO POR MORADOR CALCULADO	34
QUADRO 05 - COMPARATIVO MODELO TRADICIONAL X SUSTENTÁVEL	36
QUADRO 6: COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	55
QUADRO 7: CAPACIDADE DE CALHAS SEMICIRCULARES CO COEFICIENTES DE RUGOSIDADE $N=0,011$ (VAZÃO EM L/MIN)	56
QUADRO 8: DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS	56
QUADRO 9: CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR (VAZÕES EM L/MIN).....	57
QUADRO 10: VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL NA TORNEIRA QUE ALIMENTA A MAQUINA DE LAVAR ROUPA.....	60
QUADRO 11: VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL NA TORNEIRA QUE SERÁ DESTINDA À REGA DE JARDIM (ATRÁS DA CASA)	62
QUADRO 12: VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL NA TORNEIRA QUE SERÁ DESTINADA À REGA DE JARDIM (FRENTE DA CASA)	64
QUADRO 13: VELOCIDADE E VAZÕES MÁXIMAS	65
QUADRO 14: DIMENSIONAMENTO RESERVATÓRIO PARA MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS.....	65
QUADRO 15 : DIMENSÕES RESERVATÓRIO	70
QUADRO 16 : ESTIMATIVA DE CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA.....	77
QUADRO 17: TAXA DE OCUPAÇÃO DE ACORDO COM A NATUREZA DO LOCAL	92
QUADRO 18 : ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA	92
QUADRO 19 : VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO NO SISTEMA.....	95
QUADRO 20 : VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS.....	96

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	ESTADO DA ARTE.....	15
4	METODOLOGIA.....	17
4.1	PROJETO ARQUITETÔNICO.....	19
4.2	PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL	21
4.3	PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO.....	27
4.4	PROJETO DE ÁGUA FRIA	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
6	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS.....	39
	ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO	46
	ANEXO B - MEMORIAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL.....	48
	ANEXO C – PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL.....	72
	ANEXO D – MEMORIAL DE ESGOTO SANITÁRIO	74
	ANEXO E – PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO	86
	ANEXO F – MEMORIAL DE ÁGUA FRIA.....	88
	ANEXO G – PROJETO DE ÁGUA FRIA.....	98

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem desenvolveu a técnica de edificar de acordo com o cenário em que estava inserido naquele momento, podendo-se citar as construções com pedras em locais mais frios e, numa realidade mais próxima, as construções de taipa na região Nordeste do Brasil. Logo, ocorre uma constante evolução, que busca pelo maior bem-estar do usuário e melhor interação com o meio ambiente. Nessa perspectiva, surgiu a necessidade da busca por construções sustentáveis.

A cidade de Natal e região metropolitana conta atualmente com parte da população instigada a buscar formas de construções alternativas, como por exemplo, a Ecovila Delicias no município de Parnamirim, e a Ecovila Pau-Brasil a 15 km de Natal. Esse viés de ideias implantadas próximo do cotidiano do natalense e a ampliação da conscientização sobre a importância da valorização do meio ambiente têm formado um público maior a procura de residências sustentáveis, menos impactantes ao meio ambiente.

Os primeiros estudos teóricos a respeito da sustentabilidade tiveram início nas ciências ambientais e ecológicas, tomando espaço no meio acadêmico e em discussões políticas em 1960, tornando-se assunto de extrema importância nas últimas 3 décadas (SGARBI et al, 2008).

A visão de construção sustentável teve seus primórdios em 1973, ano esse da crise do petróleo. No princípio, a discussão girava em torno de edificações energeticamente mais viáveis devido à crise do petróleo. Em seguida o foco foi o entulho gerado nas obras; depois, o consumo de água e posteriormente, a geração de resíduos sólidos pelos moradores das residências. Atualmente o foco está sobre a geração de CO₂ e os gases responsáveis pelo efeito estufa e o aquecimento global (ARAÚJO, 2008).

O Relatório Brundtland -Nosso futuro comum-, da Organização das Nações Unidas (ONU), propõe o desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

A fim de alcançar esse desenvolvimento sustentável a engenharia vem se adaptando e mudando sua forma de construir. Para se encaixar nesse novo padrão normas foram propostas, como a ISO 14000, que é composto por uma série de normas, que especifica requisitos de um sistema de gestão ambiental coerente para empresas, a ISO 21930 (2017)

- Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção e a ISO 15392 (2008) – Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais.

Segundo IDHEA (2003, apud SIMAS, 2012, p.143), a construção sustentável consiste em um método de edificar que promove alterações conscientes no entorno, de tal maneira a atender às necessidades da construção e do homem moderno, preservando o meio ambiente em que vivemos e os recursos naturais, assegurando a qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.

Já o comitê técnico da ISO (ISO/TC 59/SC3 N 459) define: "Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício."

A idealização da construção sustentável moderna, em patamar utópico, requer autossuficiência e auto sustentabilidade, sendo estas as fases mais elevadas e aprimoradas de um projeto. A auto sustentabilidade, consiste na capacidade de uma construção em se manter, suprimindo as suas próprias necessidades, tendo um ciclo de geração e reciclagem dos seus próprios recursos (VIEIRA, 2015).

Também segundo Araújo (2008), existem onze passos para alcançar uma obra completamente sustentável, dentre eles está a eficiência na gestão e uso da água (economizar a água, tratá-la localmente e reciclá-la, além de aproveitar recursos como a água da chuva) e eficiência e gestão dos resíduos gerados pelos usuários da edificação. Toda e qualquer forma de tentar atingir as metas estabelecidas por essas diretrizes, a fim de gerar harmonia e bem estar com o meio, é válida e louvável.

Os projetos arquitetônicos e de engenharia quando integrados e planejados para consumir menos matéria prima, ter custo mais baixo, optar por recursos naturais locais, biodegradáveis e renováveis, refletem em redução do uso de produtos químicos prejudiciais à saúde na produção de elementos construtivos, diminuição do consumo de matérias primas raras, reaproveitamento de água de chuva e redução de resíduos sólidos produzidos (SIMAS, 2012).

Nesse contexto, destaca-se a importância de trabalhos voltados para o desenvolvimento desse tipo de construção. A proposta é verificar quais técnicas podem ser empregadas nos projetos de instalações prediais de engenharia que possam contribuir para que a edificação torne-se mais sustentável, sendo a sustentabilidade na engenharia civil

algo além dos projetos hidráulicos, mas toda e qualquer iniciativa viável que objetiva de minuir os impactos na natureza preservando o meio ambiente e garantindo que as gerações futuras também poderão usufruir do mesmo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objeto desenvolver projetos hidráulico-sanitários que apliquem os conceitos de sustentabilidade das construções.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar projeto de água fria conforme NBR 5626 (ABNT, 1998);
- Elaborar projeto de esgoto conforme NBR 8160 (ABNT, 1999);
- Elaborar projeto de água pluvial conforme NBR 10844 (ABNT, 1989);
- Apresentar a integração desses projetos a resultar em uma casa mais sustentável baseando-se na NBR 15527 (ABNT, 2007), monografias e manuais da EMATER;
- Buscar peças sanitárias que utilizem menos água;
- Propor adaptações arquitetônicas para uma residência mais eficiente e menos impactante ao meio ambiente;
- Comparar as escolhas e implicações no desempenho da edificação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESTADO DA ARTE

Conforme relata Kalbusch (2006), a escassez de água é um problema que compromete o desenvolvimento regional, pois para que exista o desenvolvimento sustentável a água precisar estar disponível com o tempo. Para que não se esvaia, esse bem natural deve ser coerentemente gerenciado em relação ao meio construído, que se conecta diretamente com a utilização de água nos sistemas hidráulicos prediais e sanitários. Isso

demonstra a importância da avaliação da sustentabilidade dos projetos e execução da construção.

No sertão nordestino, no município de Caraúbas – RN o projeto Bioágua Familiar chegou para fortalecer e dar uma alternativa às famílias que sofrem com escassez desse bem na região. A montagem de um sistema de reuso de águas cinzas de baixo custo preencheu uma lacuna fundamental, que veio para contribuir com a saúde e bem estar das comunidades, pois com esse abastecimento as famílias pudera plantar e irrigar frutas, verduras e hortaliças, melhorando assim, o quadro nutricional da alimentação dessa população (SANTIAGO, 2015).

A engenharia traz consigo muitas soluções e ferramentas para resoluções de problema do cotidiano, entretanto, é uma indústria extremamente poluente e interventora no meio ambiente que utiliza muita matéria prima, causando muitos danos ao planeta terra (BELTRAME, 2018).

Medidas sustentáveis dentro da construção civil ainda têm, grande parte, custos altos devido a necessidade de profissionais treinados e na implantação de novas tecnologias. Para que as instalações funcionem com sucesso, é preciso conhecimento e habilidade dos proprietários de residências com perfis sustentáveis, que necessitam ser utilizadas conforme projetadas (AGUIAR, 2014).

Este mesmo autor ressaltou a importância dos construtores em conhecer as técnicas sustentáveis e a redução de custos que elas podem gerar a longo prazo. O consumidor também tem passado a ser mais exigente e optado mais por opções de construções verdes. O marketing em cima dessa causa tem aumentado consideravelmente.

Sustentabilidade é a utilização dos bens naturais e exploração de áreas da forma menos danosa ao equilíbrio entre o meio ambiente e as comunidades. Inicialmente sustentabilidade se apresentou como um conceito inviável economicamente, mas se provou viável no final, até mesmo para as grandes indústrias de extração vegetal, mineração, agricultura em larga escala. Assim, a sustentabilidade tenta garantir que mesmo em áreas exploradas exista o bem estar econômico e social para as comunidades e para as gerações futuras (ABREU, 2008 apud DAMASCENO, 2016).

As certificações ambientais são atestados de cumprimento dos requisitos que garante que a edificação tem um menor impacto ao meio ambiente e menor consumo de energia, tendo cada um deles um critério de avaliação diferente. Entre os mais conhecidos temos o Green Building (LEED) e Selo Procel edificações. A ISO 14000, que objetiva o

cumprimento de requisitos que garantem a preocupação ambiental de empresas, é composta de 28 normas que abrange as seguintes áreas:

1. Sistema de gestão ambiental
2. Auditorias ambientais
3. Avaliação de desempenho ambiental
4. Rotulagem ambiental
5. Aspectos ambientais nas normas de produtos
6. Análise do ciclo de vida do produto

(LIMA, 2009)

Em respeito à arquitetura das edificações, Lima (2009, pg.218) discorre:

O século XXI será marcado pela reaproximação com a natureza, e deverá responder às nossas necessidades de maneira mais ampla e complexa, estabelecendo relações com o ecossistema natural, e, utilizando as novas tecnologias. Assim, a arquitetura sustentável poderá ser legitimada como verdadeira expressão da nossa época. [...] As questões ambientais trouxeram novos conceitos, principalmente em relação ao consumo energético e consumo dos recursos naturais.

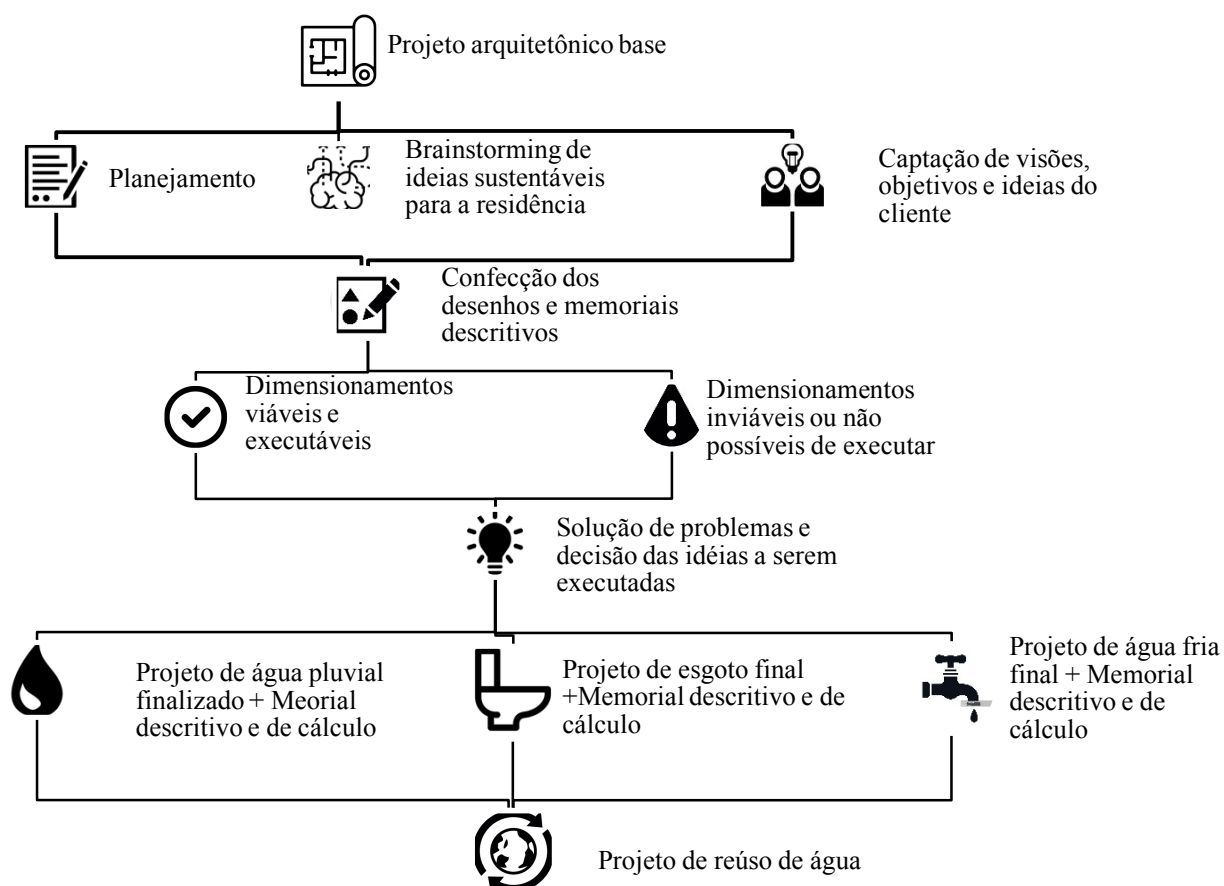
Uma das linhas de estudo e prática da sustentabilidade é a permacultura, que segundo Santos e Venturi (2017) tem a origem do nome no termo “Permanent Agriculture” da língua inglesa e foi criada por Bill Mollison e David Holmgren nos anos 70. Esse termo é designado para descrever uma cultura considerada ciência holística de cunho socioambiental que une a ciência com os saberes populares visando a nossa permanência como espécie na Terra.

Visando trabalhar sempre a favor e nunca contra a natureza, a permacultura tem 3 pontos éticos (cuidar da terra, cuidar das pessoas e cuidar do futuro) e alguns princípios de planejamento que são: Observação da ecologia, observação da forma sustentável de interação, produção e convívio das populações tradicionais com a natureza. (SANTOS; VENTURI, 2017).

4 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir de um projeto arquitetônico existente e a concepção dos projetos auxiliares da residência será desenvolvido com base na sequência apresentada na Figura 01:

Figura 01 - Esquema de construção do projeto final



Fonte: Autoria própria

Inicialmente, o projeto arquitetônico é recebido e analisado. Nesta etapa, comumente, esse projeto servirá como ponto de partida para as ideias futuras e adaptação aos projetos de engenharia que serão dimensionados posteriormente.

Em um segundo momento, é necessário reunir ideias, previsões, expectativas e objetivos que o cliente visa para aquele imóvel, visando ter o “ponta pé” inicial para o dimensionamento do sistema de água fria, esgoto sanitário e água pluvial. *Brainstorming* é uma etapa importante e que tem sido fundamental para o alcance do objetivo principal: união da sustentabilidade ambiental com a engenharia. A reunião e construção de ideias do engenheiro com um profissional da área ambiental traz um aprimoramento maior das

técnicas de engenharia para um projeto sustentável, além de que, profissionais que trabalham com permacultura e gestão ambiental têm experiência vasta e conhecimento de mundo e até mesmo acadêmica que devem ser levados em conta e observado quando da execução dos projetos de engenharia, de forma a complementar o conhecimento do engenheiro civil ou arquiteto responsável. O planejamento virá concomitantemente com os dois momentos acima citados.

Em seguida, os desenhos serão confeccionados nos *softwares* AutoCAD (versão 2010 e 2018), *Sketchup* (versão 2015). Os softwares de desenhos auxiliam na representação gráfica da futura edificação e execução dos sistemas hidráulicos. Com a representação gráfica feita é possível pré-dimensionar todas as tubulações, rede de distribuição de água, tubulação de esgoto, peças para receber a água da chuva e de averiguar a quantidade de água possível de ser captada nesse local. A partir disso, é feito o estudo de viabilidade de aplicação do projeto de reuso de água de chuva, conforme pode ser visto no memorial de água pluvial da edificação, presente no Anexo B.

Com os problemas apresentados nesse momento após o pré-dimensionamento, as soluções para as inviabilidades devem ser encontradas para então seguir para a representação e dimensionamento do sistema final, como pode ser visto no Anexo D, para o sistema de esgoto, e Anexo F, para o sistema de água fria.

4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

A construção da residência está prevista para ser no município de Nísia Floresta, a 30 km da capital Natal. Esse município tem uma população estimada em 27.372 habitantes em 2017, área de 307,841 km² e densidade demográfica de 77,26 hab./km² [2010] segundo o IBGE (2018). O imóvel será locado na Rua Fortuna, S/N conforme

Figura 02. O projeto arquitetônico original foi elaborado pelo engenheiro civil Bruno Savini em 2016.

Figura 02 - Terreno de construção da residência unifamiliar

Fonte:
 Autoria própria
 O terreno
 dimensões 15,25

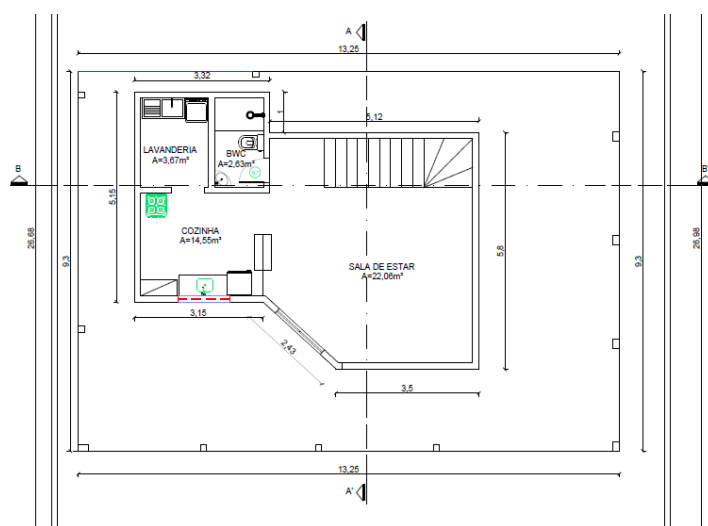


tem
 m de

largura por 26,98 m de comprimento resultando em 408,70 m². O pavimento térreo tem 123,25 m² e o primeiro pavimento tem 66,10 m², totalizando 189,35 m² de área construída. De área permeável tem-se 285,45 m². O projeto arquitetônico conta com uma cozinha, uma área de serviço, um banheiro e uma sala de estar, no térreo, e 2 quartos e um banheiro, no 1º pavimento.

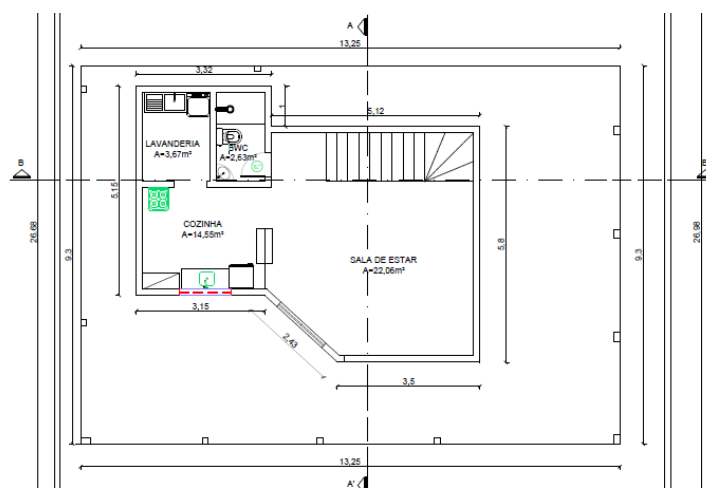
Para adaptação do projeto arquitetônico aos projetos sustentáveis será preciso efetuar algumas mudanças, dentre elas a localização dos vasos sanitários e dos lavatórios. Nos projetos originais esses se encontravam em lados opostos (Figura 03 e Figura 04).

Figura 03 Projeto arquitetônico original, sem escala



Fonte: Autoria própria

Figura 04 - Projeto arquitetônico atualizado, sem escala



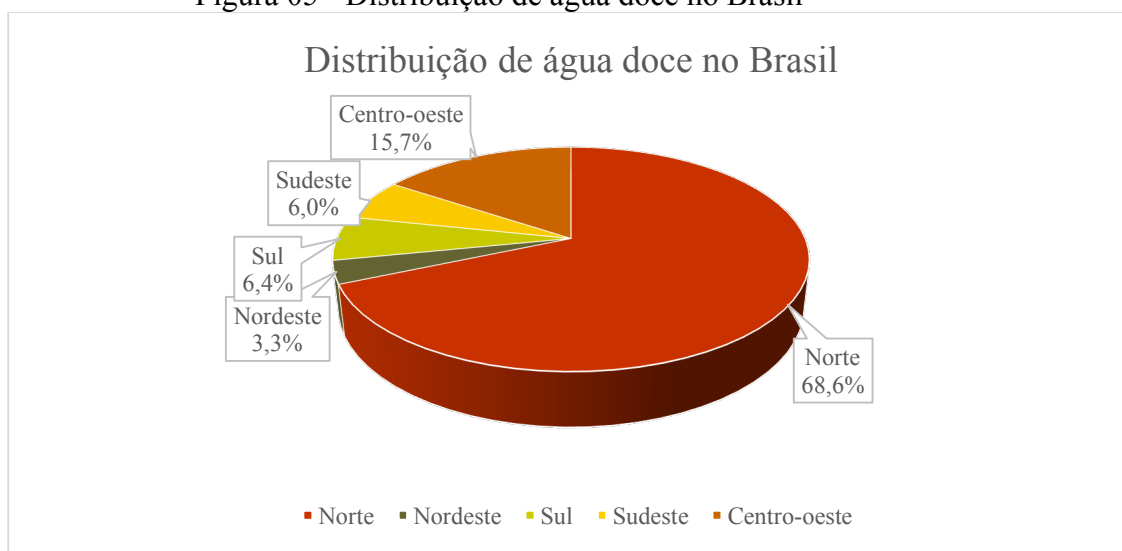
Fonte: Autoria própria

4.2 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL

O Projeto de água pluvial tem o objetivo de garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, higiene, economia, durabilidade, segurança do projeto de drenagem de águas pluviais e conforto do morador da edificação segundo a NBR 10.844 (ABNT,1989).

Segundo Tomaz (2001), a distribuição de água doce do Brasil se encontra concentrada em locais de menor concentração populacional – Norte do país- e baixas concentrações em locais populosos, como o sudeste do Brasil, conforme Figura 05. O Nordeste brasileiro compreende apenas 3,3% de toda a água doce, o que juntamente com a escassez de chuva, altas temperaturas durante todo o ano e baixa incidência pluviométrica em grande parte do dessa região, edifica um cenário constantemente temido pela população local, de falta de água permanente e sem previsões de abastecimento contínuo.

Figura 05 - Distribuição de água doce no Brasil



Fonte: Tomaz (2001)

Sistemas de recolhimento e reutilização de água de chuva são utilizados e estimulados em países como Alemanha, Estados Unidos e Japão. A utilização dessa água é coerente após uma identificação da qualidade em que ela se encaixa e como deve ser utilizada (MAY, 2009). Os parâmetros de potabilidade da água são estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março 2005. Para alcançar uma qualidade a se encaixar na resolução vigente, a água de chuva necessita passar por um tratamento mais refinado e preciso (OLIVEIRA et al., 2012). Esse procedimento envolve custo, tempo e espaço, que, muitas vezes, pode se tornar inviável para um morador com cotidiano corrido; entretanto, essa água pode ser utilizada para fins não potáveis como em rega de jardim, lavagem de piso, bacia sanitária, lavagem de veículos, lavagem de roupa, de tal maneira a não oferecer riscos ao seu usuário.

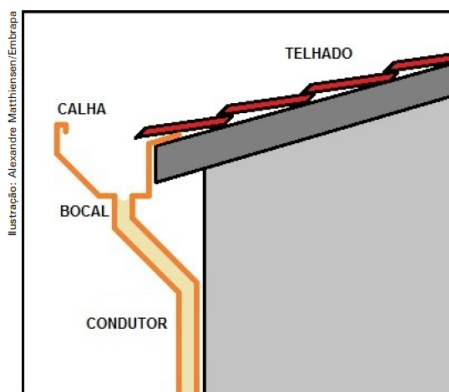
Oliveira et al. (2012) ressaltam algumas das vantagens trazidas pela reutilização da água da chuva, como redução do consumo de água potável, a chuva ser um bem gratuito que não está englobado no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), portanto não tem valor econômico previsto em Lei 9433 (Art. 1º, Inc. II, Lei 9433/1997), diminuição dos custos de aquisição de água potável, a água captada nos telhados possui qualidade aceitável e contribui para a redução do problema da seca nos períodos de estiagem. Uma desvantagem é de ter um suprimento limitado a depender da precipitação e da área de captação.

Visando obter essas vantagens do reuso da água da chuva, o projeto de drenagem da residência terá seu direcionamento para calhas, tubulações verticais, horizontais e posteriormente para reservatórios de reaproveitamento. Três pontos de utilização estarão presentes: máquina de lavar roupas, torneira da parte da frente da casa e torneira da parte de trás da casa. Não foi decidido utilizar essa água em bacias sanitária devido opção por utilizar sistema de reuso de água da pia dos BWCs nas próprias caixas acopladas, conforme pode ser visto no projeto de esgoto.

Devido ao suprimento limitado dessa fonte de abastecimento, em todos os pontos de utilização de água de chuva também terá tubulação de água potável, que não serão interligadas. A permuta entre água potável e água de reuso foi idealizado para um sistema misturador disponível no mercado ou uma torneira no ponto de utilização abastecida por dois ramais de água diferentes – um de água pluvial e outro de água potável- em que cada ramal desses seria fechado por um registro de gaveta onde apenas um deveria ficar aberto por vez , entretanto, devido não ser permitido conexão cruzada segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), sistema esse “que consiste em qualquer conexão física por meio de dispositivos, peças, ou outro arranjo que conecte duas tubulações diferentes que conduzam água potável e água de qualidade desconhecida ou mesmo não potável” não será possível optar por nenhuma dessas duas opções. Devido a isso será disposta duas torneiras diferentes para cada descida de água dessas. O material a ser utilizado serão tubos de PVC soldável para água fria.

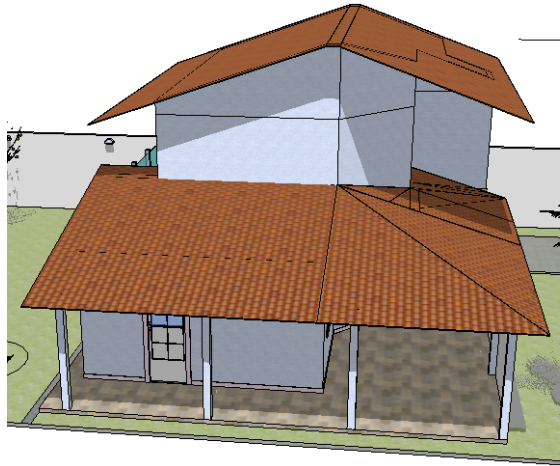
O sistema de água pluvial será provido de calhas de PVC semicirculares dimensionados conforme NBR 10844 (ABNT, 1989), descrito com mais detalhes no Anexo B e conforme Figura 0, Figura 0 e Figura 05. A residência conta com duas coberturas, sendo uma mais elevada (acima do 1º pavimento -Figura 0) e outra mais baixa (acima do térreo -Figura 0). Cada uma terá um sistema de recolhimento de água independente a fim de aproveitar a pressão estática de cada ponto.

Figura 06 - Ilustração de instalação do sistema de calha e cano condutor



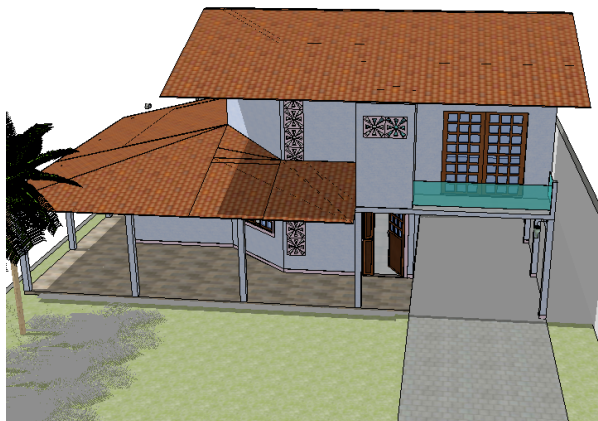
Fonte: OLIVEIRA et al., 2012.

Figura 07 - Telhado vista lateral esquerda



Fonte: Autoria própria.

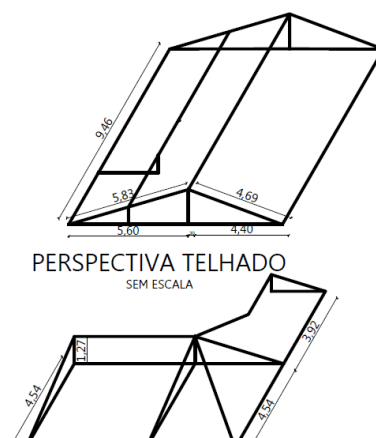
Figura 08 - Telhado vista frontal



Fonte: Autoria própria.

Figura 05 - Dimensões da

cobertura



Fonte: Autoria própria

A primeira parte da cobertura terá um sistema de recolhimento de água direcionado para a máquina de lavar roupas. Os parâmetros de qualidade da água de chuva para usos restritos não potáveis estão dispostos no Quadro 01 e devem ser verificados conforme periodicidade indicada. Esse reservatório contará com pastilhas de cloro para desinfecção.

Quadro 01- Parâmetros de qualidade da água da chuva para usos restritos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência de 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência de 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritos < 5,0 uT
Cor aparente (Caso não seja utilizado nenhum corante o, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Nota: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

^a No caso de serem usados compostos de cloro para desinfecção.

^b uT é a unidade de turbidez.

^c uH é a unidade Hazen.

Fonte: NBR 15527 (ABNT, 2007).

Para esse telhado terá um sistema separador das primeiras águas, conforme documento manual proposto por Oliveira (2012) para reuso de água de chuva na produção de suínos e aves.



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-705303530-bombona-200-l-nova-20-off-envio-p-td-brasil-tambor-tonel- JM>

As calhas contarão com grades e grelhas para impedir a entrada de folhas e sujeiras maiores. Para uma limpeza secundário será utilizado um pré-filtro telado, conforme Figura 8.

Figura 8 - Pré-filtro para retenção de impurezas

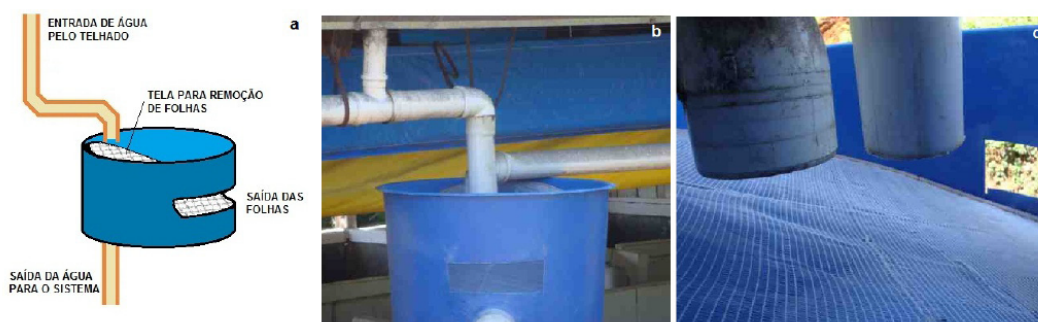


Ilustração: Alexandre Matthiensen (a); Fotos: Jacir J. Albino (b); Paulo C. Baldi (c)

Fonte: OLIVEIRA et al., 2012.

A limpeza dos componentes também está prevista nas normas técnicas brasileiras, sendo elas apresentadas no Quadro 02.

Quadro 02 - Frequência de manutenção

Componentes	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivo de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15527 (ABNT, 2007)

4.3 PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO

Nísia Floresta é um município do estado do Rio Grande do Norte que não conta com sistema de captação de esgoto pela prefeitura, conforme informações do órgão responsável. A ausência de uma destinação adequada para tratamento obriga aos moradores do município a optar por destinações individuais próprias. A norma brasileira que regulamenta a destinação final do esgoto residencial é a NBR 8160 (1999). Entre as formas de tratamento tradicionalmente conhecidas e sugeridas estão a fossa séptica e o sumidouro.

Segundo o Manual de Saneamento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004) a destinação adequada do esgoto residencial evita a poluição do solo e dos mananciais de água, evita contato de insetos e animais vetores com as excretas, além de gerar conforto e um ambiente esteticamente agradável. O esgoto residencial é composto 99% de água e 1% de sólidos, sendo esses sólidos gorduras e óleos, carboidratos e matéria inorgânica. A composição muda de acordo com a quantidade de água e hábitos dos usuários do sistema. Existem também os microorganismos, que são as bactérias, fungos, protozoários, algas e vírus. Se não destinado de forma correta, esse efluente pode contaminar o lençol freático ou outro manancial.

O esgoto doméstico pode ser classificado em duas categorias: águas cinzas e água proveniente dos vasos sanitários. As águas cinzas são aquelas resultantes do uso do chuveiro, pias, máquina de lavar roupa e louça, ralos e tanques (GALBIATI, 2009). Esse efluente é considerado inofensivo para o meio ambiente, apresentando problemas apenas

com odores e cheiro caso não bem gerido. O tratamento desse fluente deve ser focado em a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) não causar anaerobiose e diminuição da matéria orgânica (RIDDERSTOLPE, 2004).

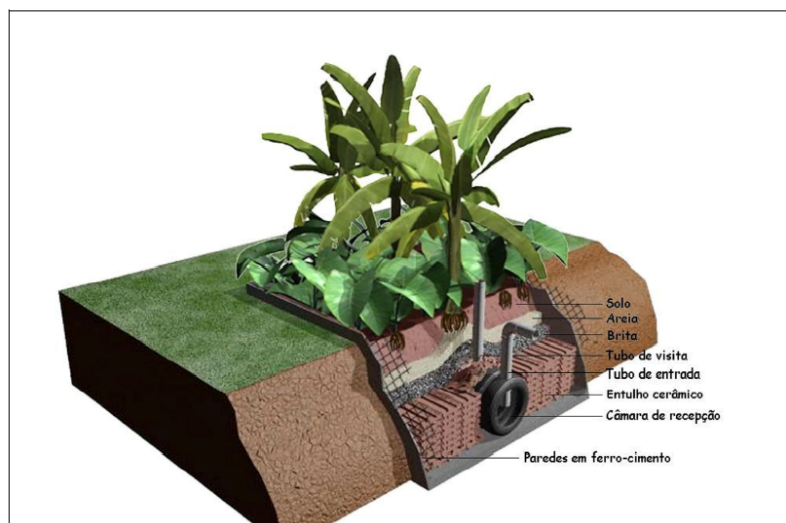
O efluente proveniente da bacia sanitária é rica em nitrogênio, fósforo e potássio na forma adequada para absorção pelas plantas, que é o fósforo como superfosfato, potássio em sua forma iônica e o nitrogênio como ureia. (ESREY et al., 1998, apud GALBIATI, 2009, p.2). Esses fatores propiciam um local de crescimento de plantas, conforme sugere o projeto de bacias de evapotranspiração. Devido a esse fator, a água dos dois vasos sanitários será destinada para esse tanque.

O Tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma técnica utilizada por permacultores para tratamento do resíduo das bacias sanitárias e destinação adequada evitando a poluição do lençol freático que funciona como uma câmara de digestão anaeróbia. O TEvap consiste em “um tanque impermeabilizado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água. O sistema recebe o efluente dos vasos sanitários, que passa por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas” (GALBIATI, 2009).

O tanque funcionará da seguinte maneira segundo descrito (MANDAI, 2006; PAMPLONA & VENTURI, 2004):

- 1 – Entrada do efluente na câmara de recepção (Digestão anaeróbia);
- 2 – Segue para as câmaras de material cerâmico (Digestão anaeróbia) e pedras;
- 3 – Bactérias presentes no material cerâmico concluem a digestão;
- 4 – A entrada do efluente vai preenchendo as câmaras até chegar nas camadas de brita e areia, alcançando a superfície e sofrendo evaporação;
- 5- Efluente sofre filtração e mineralização por decomposição microbiana aeróbia;
- 6– A decomposição da matéria orgânica resulta em nutrientes atraentes para as plantas, gerando um ambiente úmido e propício para a proliferação de raízes.
- 7 – Por fim, a água evaporará e os nutrientes são incorporados à biomassa das plantas, necessitando como manutenção apenas a colheita dos frutos e eliminação do excedente de mudas.

Figura 9 - Corte em perspectiva do TEvap



Fonte: GALBIATI, 2009.

O dimensionamento do TEvap pode ser visto no memorial de esgoto sanitário no Anexo D.

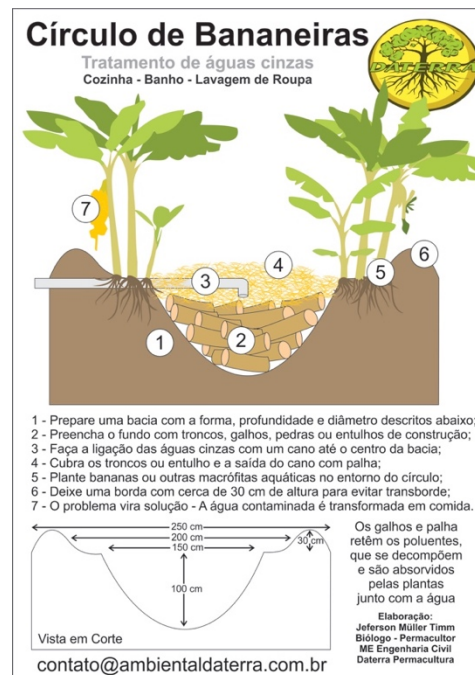
Para execução do tanque deve inicialmente cavar uma trincheira com as medidas dimensionadas em projeto, fundo nivelado e com 1 m de profundidade por 2 m de largura. Para evitar escoamento superficial de água pluvial, a borda do tanque deve se estender 10 cm acima do nível do tanque. As paredes devem ser em ferro cimento impermeabilizada, com uma câmara formada por pneus dispostos longitudinalmente no tanque sem rejuntamento para permitir a passagem de efluente por entre os pneus. Essa câmara será o local de despejo do efluente das bacias sanitárias. Por fora dos pneus será disposta uma camada de Resíduo de Demolição e Construção (RDC) cerâmico com espessura de 45 cm forrando também o fundo do tanque. Após os resíduos de entulho terão 3 camadas acima: Cama de brita, areia (10 cm cada) e solo com 35 cm (GALBIATI, 2009).

Como dispositivos complementares do tanque deve ser colocada duas caixas de inspeção, uma no início e no fim da bacia para fins de limpeza e manutenção. Além disso dois tubos devem ser instalados: um de drenagem de 50 mm de diâmetro, 18 cm abaixo da superfície do solo e um de 100 mm com ligação direta a parte interna dos pneus ambos de PVC (GALBIATI, 2009).

A destinação das águas cinzas será especificamente pelo ciclo de bananeiras, sistema esse que consiste na construção de valas rodeado de bananeiras espaçadas de 60 cm onde se destina o efluente. As bananeiras se adaptam bem a solos com alta umidade e ricos em matéria orgânica. Também podem ser plantados lírios e mamoeiros. A principal manutenção necessária para esse sistema é a colheita dos frutos e evitar crescimento

excessivo de vegetação no local (MARTINETTI, 2007). Essas valas serão preenchidas com material orgânico de difícil decomposição como pedaços de madeira, galhos, folhas secas e capim, formando uma camada de recepção para o efluente, que irá infiltrar no solo e favorece as bananeiras (VIEIRA, 2006). Segundo Galbiati (2009), a existência de fósforo e nitrogênio no efluente é conveniente para fertilização do solo, beneficiando as plantas assistidas por ele.

Figura 10 - Círculo de bananeira



Fonte: <http://www.ambientaldaterra.com.br/circulo-de-bananeiras/>

Figura 11 - Cartilha de tratamento de água



Fonte: <http://alicercevivio.com.br/?p=177> . Visualizado em: 05 abril 2018.

O efluente presente da cozinha passará pela caixa de gordura para retirada de óleos e gorduras e então segue para o tanque séptico para melhoramento da qualidade do efluente diminuindo a DBO, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e coliformes totais, por exemplo. É importante ressaltar que a água utilizada nos lavatórios dos banheiros não será direcionada como águas cinzas, pois essas serão tratadas e utilizadas nas caixas acopladas.

A reutilização da água do lavatório para caixas acopladas visa reutilizar 100% desse efluente. Esse será conduzido para um pequeno reservatório locado dentro da cabine do lavatório, abaixo da pia, que contará com um filtro compacto para retirar os sólidos suspensos; seguindo, a água passará por carvão ativado para minimizar odores e por pastilha de cloro, para desinfecção. Também pode ser utilizado um filtro que já tenha carvão ativado. Por último, a água deve passar por uma bomba de 2 cv com acionamento pela bóia da caixa acoplada para prover pressão suficiente de alimentação. Esse dispositivo foi idealizado baseando-se no Sloan® AQUUS® Greywater System (

Figura 12), da empresa Sloan Valve, que não está produzindo mais esse produto atualmente. Na parte superior terá uma tubulação de extravasamento da água da pia, que estará ligada à tubulação de esgoto.

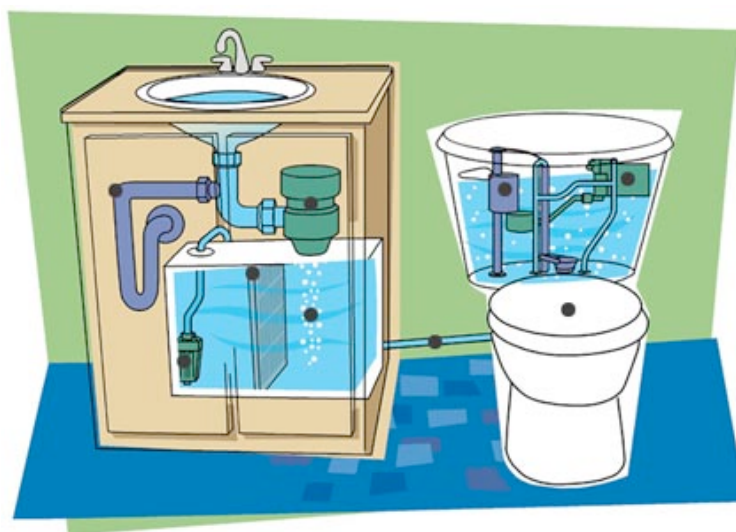
Figura 12 - Sistema de reuso e água do lavatório Sloan valve

Fonte:



<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/sistemas-reutilizam-agua-da-pia-na-descarga-dos>. Visualizado em: 05 abril 2018.

Figura 13 - Esquema do sistema de reuso de água do lavatório



Fonte: <http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/sistemas-reutilizam-agua-da-pia-na-descarga-dos>. Visualizado em: 05 abril 2018.

4.4 PROJETO DE ÁGUA FRIA

O terreno onde a casa será edificada tem um poço em frente, possibilitando o abastecimento a partir dele ou abastecimento público da concessionária local. O dimensionamento das tubulações será feito conforme NBR 5626 (ABNT, 1998).

Visando economia de água, a caixa acoplada utilizada será a bacia ecológica, que utiliza 6 L de água para a descarga total (fezes) e 3 L para descarga parcial (urina), descrito conforme Manual de Instalação da ICasa.

Nas torneiras e lavatórios serão utilizados dispositivos de economia de água, os arejadores de vazão constante, que segundo Fabrimar (2017), é utilizável em torneiras, saídas ou misturadores sem limitar o conforto do usuário. Elas têm a função de misturar água com ar simulando um volume maior de água.

Peças reguladoras de vazão e torneiras com acionamento hidromecânico também serão utilizadas, temporizando o tempo de saída da água das torneiras, além de evitar desperdício de água por ficar pingando (HIPOLITO, 2017).

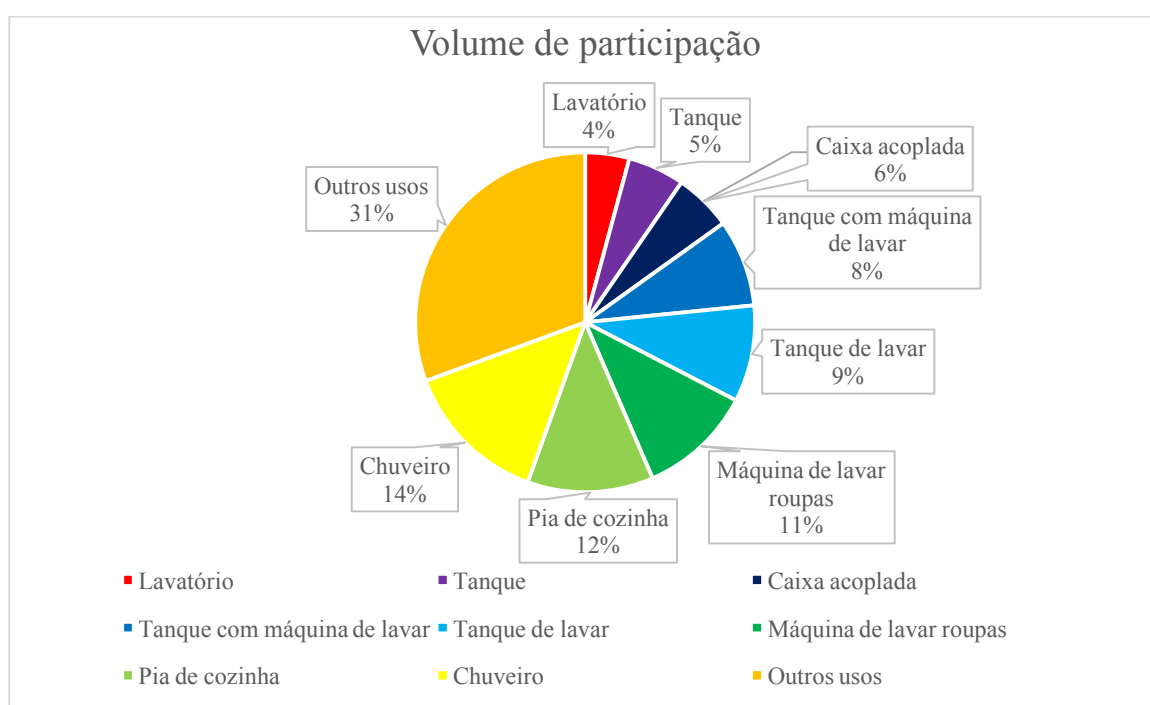
O dimensionamento e detalhamento pode ser visto no memorial de água fria e na prancha referente a esse projeto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto de uma residência sustentável é formado pelo conjunto do projeto arquitetônico e os seus complementares, que são das instalações de água fria, esgoto e água pluvial nesse trabalho. Além deles, podem ser elaborados projeto elétrico, de estudo térmico, de iluminação local e paisagismos, sendo sempre um compatível ao outro, pois a edificação se torna um ser de interação com meio ambiente, tendo seu desempenho e desenvolvimento a depender dos usuários e do cenário ao seu redor.

A nível de comparação do percentual de participação dos pontos de utilização no consumo diário médio, será tomado como base o Quadro 03 e seu respectivo gráfico.

Figura 14 - Volume de participação



Fonte: Barreto, 2008

Quadro 03 - consumo médio diário per capita por ponto de utilização e por morador

Ponto de utilização	Participação (%)	Consumo (L/dia)	Consumo per capita (L/dia/hab.)
Chuveiro	13,9	106	35,3
Pia de cozinha	12,0	91	30,3
Máquina de lavar roupas	10,9	83	27,7

Tanquinho de lavar	9,2	70	23,3
Tanque com máquina de lavar	8,3	63	21,0
Caixa acoplada	5,5	42	14,0
Tanque	5,4	41	13,6
Lavatório	4,2	32	10,8
Outros usos	30,6	232	77,4
Total	100,0	788	262,7

Fonte: Barreto, 2008

Adaptando essa tabela à realidade da residência estudada, em que pode ser desconsiderado tanquinhos e considerar apenas um ponto de máquina de lavar roupas e que terá 4 habitantes, pode-se construir o Quadro 04:

Quadro 04 - Consumo médio diário per capita por ponto de utilização por morador calculado

Ponto de utilização	Participação (%)	Consumo (L/dia)	Consumo per capita (L/dia/hab.)
Chuveiro	23,5	141,2	35,3
Pia de cozinha	20,1	121,2	30,3
Máquina de lavar roupas	13,8	80	20
Caixa acoplada	9,3	56	14,0
Tanque	9,0	54,4	13,6
Lavatório	7,1	43,2	10,8
Outros usos	17,2	104	26
Total	100,0	600	150

Fonte: Autoria própria

Onde “Outros usos” foi calculado como a diferença entre os 150 L consumidos por dia por cada habitante, segundo Macintyre (2016), e o valor total de água utilizado nos outros pontos de utilização.

Quanto a quantidade de água potável utilizada pode-se fazer o seguinte cálculo:

- Para a máquina de lavar roupas em todos os meses do ano a quantidade de água recolhida seria maior do que a demandada, dispensando necessidade da utilização de água potável. Isso resulta e uma economia de 2.400 L de água por mês e 29.200 L por ano. Esse item representa 13,8% do consumo diário de água de uma residência.

- Os lavatórios têm um consumo de 43,2 L/dia, o que equivale a 79% da quantidade de água consumida nas caixas acopladas, necessitando assim de um complemento de 12,8 L/dia. Essa reutilização de água resultará em uma economia de 1.296 L de água potável por mês. O equivalente a 15.768 L por ano.

- A rega de jardim apresenta uma dificuldade no dimensionamento comparativo pois o local será irrigado também por águas cinzas e água da bacia de evapotranspiração. Além desse fator, a vegetação local planejada é de árvores frutíferas e não de grama, dificultando o dimensionamento do consumo de água por m² de jardim.

Desconsiderado as torneiras de jardim, a residência terá uma economia mensal de 3.696 L, o equivalente a 3,7 m³. Tomando como base a tabela tarifária da Companhia de água e esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN) na Figura 15 para uma residência com consumo médio de 18 m³ de água por mês, 3,7 desses 18 m³ representam uma economia de aproximadamente R\$15,81 reais por mês e R\$189,72 reais por ano. Esse valor é muito baixo comparado ao volume de água economizado. Isso demonstra o quanto a água é um bem muito barato e pouco valorizado no Brasil. Como forma de estímulo, prefeituras podem criar descontos tributários para aquelas residências que procuram diminuir o impacto ao meio ambiente e utiliza menos água potável.

Figura 15 - Estrutura tarifária da CAERN

Estrutura Tarifária

Residencial:

Quando o fornecimento de água e coleta de esgotos sanitários forem usados para fins domésticos em economia de uso exclusivamente residencial.

Faixa de Consumo (m ³ /Eco/mês)	Valor (R\$)
até 10m ³	39,99
excedente de 10 - 15	4,46
excedente de 15 - 20	5,27
excedente de 20 - 30	5,94

Fonte: <http://lojavirtual.caern.com.br/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCaernAction.do>

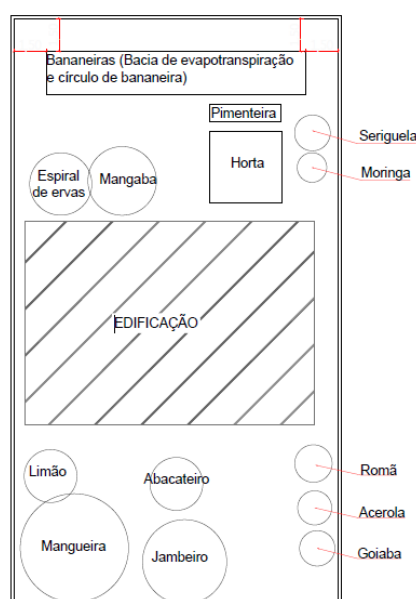
Quadro 05 - Comparativo modelo tradicional x sustentável

Aspecto	Projeto convencional	Projeto sustentável proposto
Menor utilização de água potável		X
Menor custo com água potável		X
Menor impacto ao meio ambiente		X
Menor dificuldade de utilização	X	
Menos manutenções	X	
Menor custo de implantação	X	

Fonte: Autoria própria

As calhas, reservatórios e outros diversos dispositivos referentes aos sistemas criados para reutilização da água requerem uma certa atenção e cuidado periódico do usuário. Esse hábito do cuidado dos instrumentos da casa deve ser desenvolvido como algo rotineiro para um usuário de um imóvel com essas características. O planejamento da disposição das plantas no terreno pode ser visto na Figura 16. A distância das bananeiras para os muros é de 1,5 m para atender a NBR 8160 (ABNT, 1999) que determina o limite mínimo de taques sépticos de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água para a destinação das águas cinzas e de bacias sanitárias da residência:

Figura 16 - Disposição das plantas no terreno



Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho alcançou o objetivo de elaborar projetos sustentáveis para uma residência na cidade de Nísia Floresta – RN, mostrando-se eficaz, projetos práticos e 100% integrados. Essa metodologia resultou em maneiras de diminuir o consumo de água potável em 21% na edificação utilizando sempre que possível da pressão devido a diferença de cota, evitando utilização de bombas ao máximo para não refletir no consumo de energia. Essa economia resultará em 3.696 L de água por mês, quantidade essa suficiente para encher uma piscina pequena. Equivale também a 82% do consumo de água de uma pessoa por mês em caso de residências de médio valor. No caso de residências populares ou rurais, que o consumo diário *per capita* é 120 L, essa quantidade de água é suficiente para o consumo de todo o mês de um morador.

Sendo assim, observou-se que mesmo alguns pontos de reuso de água pluvial não atingindo a pressão mínima exigida por norma, é possível encontrar alternativas para reutilização da água sem recorrer a bombas, como foi o caso da torneira locada na frente da residência. Foi encontrada opções de disposição dos efluentes que impactam menos a natureza e ainda mantém a terra sempre irrigada e rica em nutrientes. Além disso foi observado que o valor da água em nosso país é irrelevante.

Para trabalhos futuros pretende-se planejar o sistema de reuso de água do lavatório em mais detalhes para facilitar a reprodução de outros usuários e um estudo mais

aprofundado - e até prático - da qualidade final da água após passada por esse sistema. Além disso mensurar o quanto de água a menos seria utilizado para irrigação desse local com as soluções sanitárias adotadas.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. **Sustentabilidade? O que é sustentabilidade?** 16 de outubro de 2008. Disponível em: <atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/sustentabilidade>. Acesso em: 04 de outubro de 2012.

AGUIAR, Cibele. **Técnicos da Cemig visitam a UFLA para apresentação da Usina Solar Fotovoltaica.** Universidade Federal de Lavras – UFLA. Assessoria de Comunicação – ASCOM. 2014. Disponível em: <<http://www.ufla.br/ascom/2014/08/01/tecnicos-da-cemig-visitam-a-ufla-para-apresentacao-da-usina-solar-fotovoltaica/>> Acesso em: 10 de mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanque sépticos.** Rio de Janeiro, 1993.

_____. NBR 8160: **Instalações Prediais de Esgoto Sanitário.** Rio de Janeiro, 1999.

_____. NBR 10844: **Instalações Prediais de Águas Pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 15527: **Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR ISO 14000: **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2015. 27 p.

_____. NBR ISO 14001: **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2015. 27 p.

_____. NBR ISO 15.392: **Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais.** Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR ISO 21.930: **Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção**. 2017. 80p.

ALVES, Wolney Castilho et al. **Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar** [livro eletrônico]. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016.

ANA; FIESP; SINDUSCON. **Conservação E Reúso De Água Em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. São Paulo: IDHEA, 2008.

BACHA, Maria de Lourdes et al. https://www.researchgate.net/publication/261134486_Consideracoes_teoricas_sobre_o_conceito_de_Sustentabilidade. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 7., 2010, Resende. **Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade**. Resende: Seget, 2010. p. 1 - 12. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261134486_Consideracoes_teoricas_sobre_o_conceito_de_Sustentabilidade>. Acesso em: 04 jan. 2018.

BARRETO, Douglas. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.23-40, jun. 2008.

BELTRAME, Eduardo de Sousa. **Meio ambiente na construção civil**. Disponível em: www.eduardo.floripa.com.br/download/Artigo_meio_ambiente.pdf, visualizado em: março, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as

condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 53, 2005

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, de 09 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 03 set. 2012.

CLARKE, R.; KING, J.O **atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005. 128 p.

DAMASCENO, Juliana Lucena Barros. **Requisito de sustentabilidade aplicável ao setor da construção civil pesada**. 2016. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

DANTAS, Petterson Michel. **Projeto de um edifício para fins educacionais com foco na racionalização do consumo de água**. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

DINIZ, R. V. W. **Contribuição da ISO 14.001 para a construção de um novo paradigma nas empresas: estudo de caso em uma empresa certificada da Paraíba**. 2009. 163 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

ESREY et. al. **Saneamento Ecológico**, tr. da edição em inglês **Ecological Sanitation**. Agencia Sueca de Cooperación para el desarrollo Internacional - SIDA, Estocolmo, 1998.

FABRIMAR. **Arejador de vazão constante 6L**. Disponível em: <<http://www.fabrimar.com.br/produto/arejador-de-vazao-constante-6-litros?linhas=195>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Campo Grande - MS, 2009.

HIPOLITO, Raynara Gurgel. **Análise comparativa técnico-econômica entre projetos de instalações hidráulico-sanitárias com características sustentáveis e convencionais**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2017.

IAPAR. **Tabela de Radiação Solar Global Extraterrestre**. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/radiacao_solar.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

IBGE. **Nísia Floresta (RN)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?t=destaques&c=2408201>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

IDHEA- **Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br>>. Acessado em: 17.01.03.

ISO - Internacional Organization For Standardization. TC 59 (Building Construction)/ Subcommittee SC3 (Functional/ User Requirements and performance in building construction): **Buildings and constructed assets – Sustainability in Building – General Principles**. ISO AWI 15392 (ISO TC59/SC3/N459), 2003.

KALBUSCH, Andreza. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LIMA, Patricia Helena. **Projetos sustentáveis: exigência para o século XXI : percepção do projeto sustentável na produção imobiliária atual**. São Paulo, 2009.

MANDAI, P. **Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração**. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico - ANEDE. Monitoria Canário Verde, Brasília. Relatório técnico. 2006.

MARTINETTI, Thaís; SHIMBO, Ioshiaqui; TEIXEIRA, Bernardo AN. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007. Disponível em: http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_019.pdf. Acesso em: 25 março 2018.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais**. 4. Ed. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro : LTCE, 2016.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Saneamento. Fundação Nacional da Saúde**. Brasília, 2004.

OLIVEIRA, Paulo Armando Vitória de et al. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. 38 p.; 21 cm. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 01016245; 157).– Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

PAMPLONA S & VENTURI M. **Esgoto à flor da terra**. Permacultura Brasil. Soluções ecológicas. V16. 2004.

RIDDERSTOLPE P (2004) **Introduction to greywater management**. Stockholm Environment Institute - SEI, Uppsala.

RODRIGUES, Clara Ovídio de M.; SILVA, Marcela de M. Germano da. **Atualização profissional em aspectos de sustentabilidade**: Natal: Sebrae-rn, Cau, Sinduscon, 2014. 134 slides, color.

SANTIAGO, Fábio et al. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**– Caraúbas. ATOS, 2015.

SANTOS, Leticia dos; VENTURI, Marcelo. **O que é permacultura?** 2017. Disponível em: <<http://permacultura.ufsc.br/o-que-e-permacultura/>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

SIMAS, Leonardo Santa Luzia. **Construção sustentável: uma nova modalidade para administrar os recursos naturais para a construção de uma casa ecológica**. Fundação Visconde de Cairu, Salvador, p.140-162, fev. 2012. Disponível em: <http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012_2/11_Construcoes_Sustentaveis_Leonardo_Simas_140_162.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SGARBI, V.S et al. **Os Jargões da Sustentabilidade: uma Discussão a partir da Produção Científica Nacional**, engema 2008.

TIMM, Jeferson Müller. **Círculo de bananeiras**: Tratamento de águas cinzas. 2016. Disponível em: <<http://www.ambientaldaterra.com.br/circulo-de-bananeiras/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

TOMAZ, P. **Economia de água: Para empresas e residências**. São Paulo: Navegar, 2001. p 112.

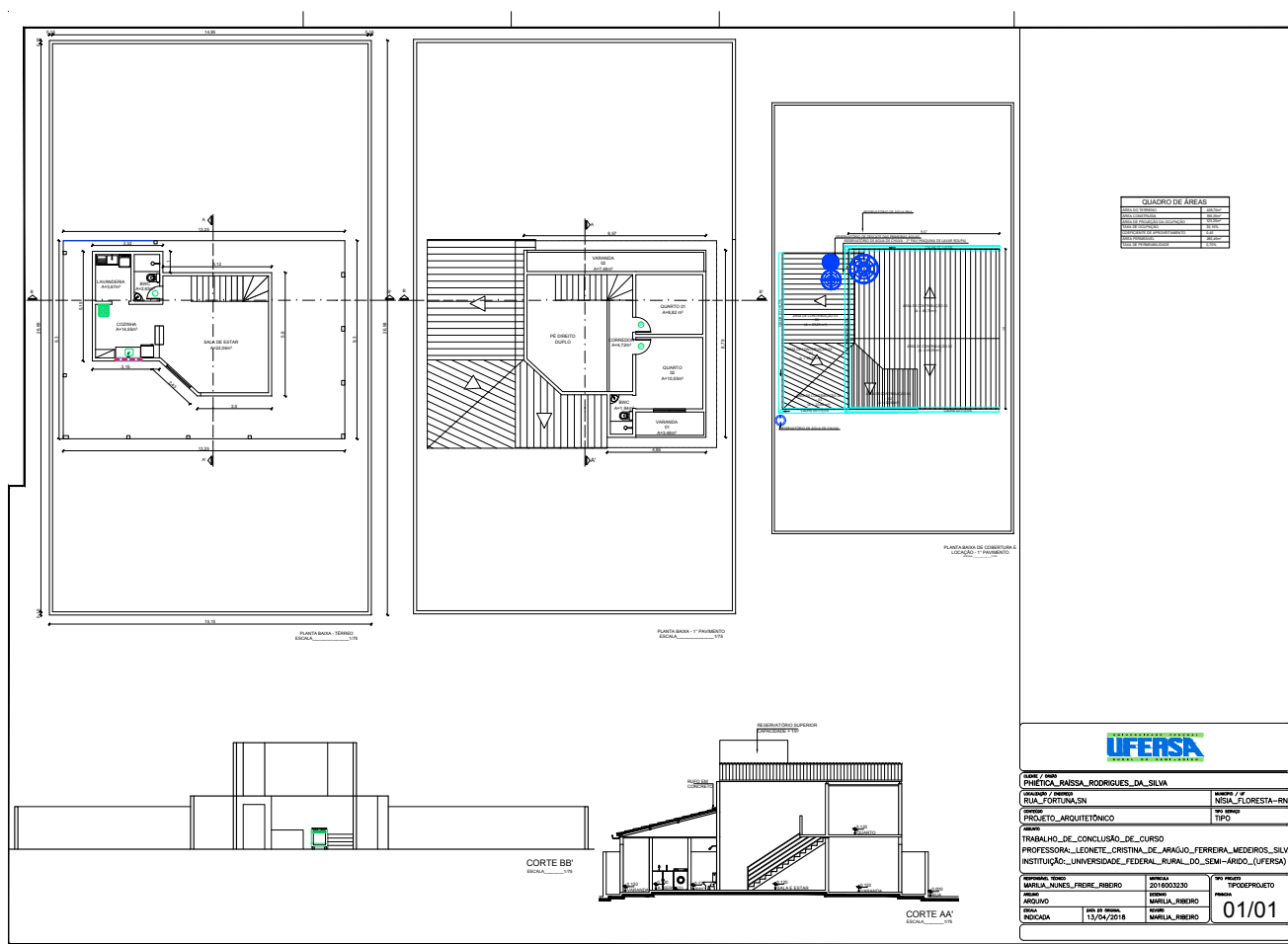
VENTURI, Marcelo. **Saneamento Ecológico**. 2017. Disponível em: <<http://fazenda.ufsc.br/descricao-fisica/areas-didaticas-experimentais/agroecologia/permacultura/saneamento-ecologico/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VIEIRA I (2006) **Círculo de bananeiras**. Disponível em: <<http://www.setelombas.com.br/2006/10/14/circulo-de-bananeiras>>. Acesso em: 25 de março de 2018.

VIEIRA, Luan José. **Sustentabilidade como estratégia de obtenção de vantagem competitiva: estudo de caso de um hotel na cidade de João Pessoa – PB**. 2015. 78 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Ufpb, João Pessoa, 2015. Disponível em: <<http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1442/1/LJV171016.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

VON SPERLING M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. UFMG, 2005.

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO



ANEXO B - MEMORIAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – MEMORIAL DESCRITIVO DE
DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL**

**ALUNA: MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO
PROFESSORA: LEONETE CRISTINA DE ARAÚJO FERREIRA MEDEIROS SILVA**

CARAÚBAS - RN, 2018

SUMÁRIO

1. RESUMO	51
2. INTRODUÇÃO.....	51
3. OBJETIVO.....	51
4. MÉTODO	51
4.1. ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	51
4.1.1.Telhado.....	52
4.2. VAZÃO DE PROJETO	52
5. CALHAS.....	55
6. CONDUTORES VERTICAIS.....	56
6.1. DIMENSIONAMENTO	56
7. CONDUTORES HORIZONTAIS.....	57
7.1. DIMENSIONAMENTO	57
8. RESERVATÓRIO PARA REÚSO DE ÁGUA.....	58
8.1. VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO NOS PONTOS A SEREM ABASTECIDOS	58
8.1.1.Máquina de lavar roupa.....	58
8.1.2.Torneira para rega de jardim (atrás da edificação).....	61
8.1.3.Torneira para rega de jardim (frente da edificação).....	63
8.2. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO – MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	65
8.3. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO – REGA DE JARDIM (FRENTE DA CASA).....	67
8.4. PRE-FILTRAÇÃO, SEPARADOR DAS PRIMEIRAS ÁGUAS, EXTRAVASOR E DISPOSITIVO DE ESGOTAMENTO.....	69
9. CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIA.....	71

1. RESUMO

Este memorial descritivo tem como objetivo facilitar e nortear o entendimento quanto ao conceito e as especificações de materiais para o projeto de destino de instalações de Águas Pluviais da proprietária PHIÉTICA RAÍSSA RODRIGUES DA SILVA. A edificação será construída em Nísia Floresta/RN.

2. INTRODUÇÃO

Os códigos de obras das municipalidades, em geral, proíbem o caimento livre da água dos telhados de prédios de mais de um pavimento, bem como o caimento em terrenos vizinhos. Essa iniciativa encontra embasamento em alguns princípios da engenharia que prevê danos ambientais ao solo devido impacto da água no solo e posterior carreamento.

Com isso é necessário dimensionar sistemas adequados as Normas Técnicas Brasileiras, nesse caso, a ABNT NBR 10844 de 1989 que dispõe a respeito das instalações prediais de águas pluviais. Dessa forma como há área suficiente, em partes as águas pluviais iram infiltrar-se no solo. Além da NBR o projeto leva em consideração as características da localidade como também o projeto de arquitetura. É importante salientar que o sistema de águas pluviais é totalmente separado do sistema de esgotamento sanitário.

3. OBJETIVO

Equipar uma edificação com sistema de drenagem de águas pluviais visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto e durabilidade, além de garantir o isolamento do sistema de instalação predial de águas pluviais do sistema de esgotamento sanitário predial. Esse Sistema contará com um reaproveitamento dos efluentes, direcionando-os para utilização na máquina de lavar roupas, lavagem de piso e rega de jardim. Os projetos estarão anexos ao memorial.

4. MÉTODO

Inicialmente foram identificadas e quantificadas as áreas de contribuição de águas e pluviais, posteriormente identificadas as áreas de coleta.

4.1. ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

É a soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.

4.1.1. Telhado

A edificação contém áreas cobertas em telha cerâmica colonial com inclinação entre 15% a 25%, tendo suas áreas de contribuição calculada mais a frente.

4.2. VAZÃO DE PROJETO

É o primeiro parâmetro a ser calculado servindo de referência para o dimensionamento das calhas e condutores. A mesma é calculada pela equação:

$$Q = I * A / 60$$

Onde:

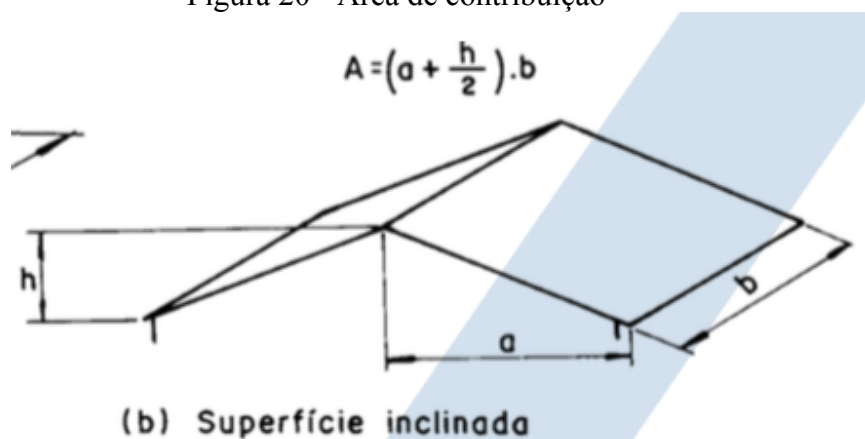
- Q = vazão de projeto, em L/min;
- I = intensidade pluviométrica, em mm/h;
- A = área de contribuição, em m².

Para que tenhamos um dimensionamento mais compatível com a realidade será utilizada a tabela 05 da NBR 10844 (ABNT, 1989), que lista valores de intensidade pluviométrica para diversas cidades do Brasil e com variados períodos de retorno.

Para efeito de cálculo utilizaremos o valor dado para a cidade de Natal/RN, capital do nosso estado e com o período de retorno de 5 (cinco) anos.

Dadas as características do telhado, iremos adotar 5 calhas a serem utilizadas, a fim do correto cálculo das vazões de projetos para futuro dimensionamento das calhas. Esse cálculo é descrito a seguir.

Figura 20 - Área de contribuição



Fonte: NBR 10844(ABNT, 1989).

- Cálculo da Vazão de Projeto para a CALHA 01:

- Área de Contribuição 01:

$$A = (a + h/2) \times b$$

$$A = (5,60 + 1,63/2) \times 9,47$$

$$A = 60,75 \text{ m}^2$$

- Contribuição do telhado sobre a área 01, onde a calha recebe a vazão desta cobertura:

Vazão 01:

$$Q = 120 \times 60,75 / 60$$

$$Q = 121,50 \text{ L/min}$$

Assim 121,50 l/min representa a vazão da água do telhado 01, onde essa contribuição será recebida pelo conjunto de calha + duto vertical + duto horizontal.

- Cálculo da Vazão de Projeto para a CALHA 02:

- Área de Contribuição:

$$A = (a + h/2) \times b$$

$$A = (4,40 + 1,63/2) \times 9,47$$

$$A = 49,39 \text{ m}^2$$

- Contribuição do telhado sobre a área 02, onde a calha 02 recebe a vazão dessa cobertura:

Vazão 02:

$$Q = 120 \times 49,39 / 60$$

$$Q = 98,78 \text{ L/min}$$

Assim temos que a vazão de contribuição será de 98,78 l/min.

- Cálculo da Vazão de Projeto para a CALHA 03:

- Área de Contribuição 03 - 01:

$$A = (a + h/2) \times b$$

$$A = (4,54 + 1,27/2) \times 5,66$$

$$A = 29,29 \text{ m}^2$$

- Área de Contribuição 03 - 02:

$$A = (a + h/2) \times b$$

$$A = [(4,52 + 1,27/2) \times 4,15] / 2$$

$$A = 10,70 \text{ m}^2$$

Assim temos uma área total de contribuição da cobertura de 40,00m²

- Contribuição do telhado sobre a área 03 onde a calha receberá vazão dessa cobertura:

Vazão 03:

$$Q = 120 \cdot 40,00 / 60$$

$$Q = 80 \text{ L/min}$$

Assim a calha 03 irá receber a contribuição de 80,00 l/min.

- Cálculo da Vazão de Projeto para a CALHA 04:

- Área de Contribuição 04 - 01:

$$A = [(a + h/2) \times b] / 2$$

$$A = [(4,15 + 1,27/2) \times 4,54] / 2$$

$$A = 10,86 \text{ m}^2$$

- Área de Contribuição 04 - 02:

$$A = (a + h/2) \times b$$

$$A = (2,53 + 1,27/2) \times 3,92$$

$$A = 12,40 \text{ m}^2$$

- Contribuição sobre a calha 04 será a vazão da cobertura 04 – 01 e 04 - 02:

Vazão 04:

$$Q = I \cdot A / 60$$

$$Q = 120 \cdot 23,27 / 60$$

$$Q = 46,53 \text{ L/min}$$

Assim a calha irá receber a contribuição de 46,53 l/min.

Temos que a contribuição total no telhado será a somatoria das quatro calhas, resultando em um total de 346,81 L/min.

A calha 05 recebe contribuição da calha 01 e 02, tendo como área de contribuição um total de:

- Área de Contribuição para a calha 05:

$$A = A1 + A2$$

$$A = 60,75 + 49,39$$

$$A = 110,17 \text{ m}^2$$

- A vazão será de:

$$Q = I * A / 60$$

$$Q = 120 * 110,17 / 60$$

$$Q = 220,28 \text{ L/min}$$

Assim 220,28 l/min representa a vazão na calha 05, onde essa contribuição será recebida pelo conjunto de calha + duto vertical até chegar ao reservatório das primeiras águas, de limpeza do telhado.

5. CALHAS

São os canais que recolhem a água das coberturas, terraços e similares e conduzem a um determinado local. Nesse projeto utilizaremos calhas de PVC rígido.

O dimensionamento das calhas é feito através da equação de Manning-Strickler, indicada a seguir:

$$Q = K * S * RH^{2/3} * i^{1/2} / n, \text{ onde:}$$

Q = vazão de projeto, em L/min;

S = área da seção molhada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade, (dado na tabela 02 (dois) da NBR);

RH = raio hidráulico, em m;

P = perímetro molhado, em m;

i = declividade da calha, em m/m;

$$K = 60.000.$$

Será adotado calhas de PVC rígido, logo o coeficiente de rugosidade adotado será de 0,011, conforme tabela, a seguir:

Quadro 6: Coeficiente de rugosidade

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: NBR

10844(ABNT, 1989)

Utilizando a equação e testando os mais diversos diâmetros de tubos, chegamos às vazões suportadas a seguir:

Quadro 7: Capacidade de calhas semicirculares co coeficientes de rugosidade $n=0,011$
(vazão em l/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: NBR 10844(ABNT, 1989)

Com o exposto, conclui-se que a calha 05 será de 125 mm e será necessário utilizar tubulação de 100 mm em todas as outras calhas, tendo todas elas 0,5% de inclinação.

6. CONDUTORES VERTICAIS

São tubulações verticais destinadas a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício. Devem ser instaladas de forma a desaguar nas caixas de areia e em seguida encaminhada ao sumidouro em casos de infiltração no solo. Quando desejada a reutilização dessa efluente, pode-se direcionar para cisternas ou reservatórios de armazenamento especial. Sua instalação pode ser feita tanto embutida na alvenaria como externa, fica a critério do agente executor e do cliente.

6.1. DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento desse, a norma dispõe de 02 (dois) ábacos na página 08 (oito), onde o projetista deve entrar com os valores de vazão de projeto, altura da lamina de água na calha e comprimento do condutor vertical.

No seu livro, Macintyre 2010 disponibiliza uma tabela para facilitar o dimensionamento relacionando a área de cobertura esgotada, a declividade da calha que vai desaguar no condutor vertical e o diâmetro do condutor.

Quadro 8: Dimensionamento dos condutores verticais

Diâmetro do condutor (pol.)	Área máxima de cobertura esgotada por um condutor de águas pluviais (m ²)			
	Declividade			
	0,5%	1%	2%	4%
2"	-	-	32	46

3"	-	69	97	139
4"	-	144	199	288
5"	167	255	334	502
6"	278	390	557	780
8"	548	808	1105	1816
10"	910	1412	1807	2824

Fonte: Macintyre, 2016

Nesse caso específico, teremos um tubo de 150mm para o tubo conectado à calha 05 e 125 mm de diâmetro nominal para as outras tubulações. Serão adotados tubos de PVC rígido.

7. CONDUTORES HORIZONTAIS

São canais ou tubulações horizontais destinadas a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.

Os condutores horizontais devem ser construídos com declividade uniforme com valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento dos condutores horizontais foi feito considerando um escoamento dentro de tubo igual a 2/3 do seu diâmetro interno.

7.1. DIMENSIONAMENTO

A norma prevê valores tabelados para esse tipo de condutor, variando de acordo com o coeficiente de rugosidade e declividade.

Quadro 9: capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em l/min)

Diâmetro interno (D) (mm)		n=0,011			
		0,5%	1%	2%	4%
	1	2	3	4	5
1	50	32	45	64	90
2	75	95	133	188	267
3	100	204	287	405	575
4	125	370	521	735	1.040
5	150	602	847	1.190	1.690
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989)

De acordo com os valores obtidos podemos adotar para o condutor horizontal que receberá a contribuição da calha 01 e calha 02 dutos de, no mínimo, 100mm e para o condutor horizontal que transportará a água da calha 03 e 04 um duto de no mínimo 75 mm.

8. RESERVATÓRIO PARA REÚSO DE ÁGUA

Para o planejamento da captação de água de chuva para uso não potável deve-se pensar nos itens básicos desse sistema, como extravasor, dispositivo de esgotamento, ventilação e segurança do sistema. De início será verificada a viabilidade de instalar esse sistema de captação para abastecer a máquina de lavar roupa, onde será verificada a altura de locação do reservatório de reuso, perdas de carga e pressão disponível na torneira. Em seguida será dimensionado o reservatório que abastecerá a máquina de lava roupas, no caso da pressão disponível na torneira ser suficiente. Para essa finalidade será utilizada a água recorrente do telhado mais elevado da residência, acima do 1º pavimento.

Devem ser considerados no projeto: extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Em um segundo momento será verificada pressão e será dimensionado um reservatório para tender à rega de plantas, utilizando a água de chuva proveniente do telhado mais baixo da residência, acima do pavimento térreo.

8.1. VERIFICAÇÃO DA PRESSÃO NOS PONTOS A SEREM ABASTECIDOS

8.1.1. MÁQUINA DE LAVAR ROUPA

Para verificação da perda de carga e a pressão disponível na torneira que vai alimentar a máquina de lavar roupa, foi preenchida o Quadro 10, de acordo com a NBR 5626 – Instalação predial de água fria (1998). Temos como dados do projeto:

- Material a ser utilizado: PVC rígido;
- Diâmetro de alimentação da torneira: 20 mm;
- Conexões do reservatório à torneira: 03 Joelhos 90°e 01 saída da tubulação (Verificar no isométrico);
- Comprimento da tubulação:4,00 m (Verificar em projeto);
- Diferença de cota: 2,80m (Verificar em projeto);

- Pressão requerida na torneira: 1,0 mca (De acordo com o item 5.3.5.1 da NBR 5626);
- Distância da torneira ao piso: 0,90 m.

Quadro 10: Verificação da pressão disponível na torneira que alimenta a máquina de lavar roupa

Trecho	Soma dos pesos	Q (L/s)	D (mm)	V (m/s)	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (m)	Pressão disponível (m)	Comprimento da tubulação (m)		Perda de carga (m)			Pressão disponível residual (m)	Pressão requerida (m)
								Real	Equivalente	Tubulação	Conexões	Totais		
A-B	1,00	0,30	20	0,96	0,07	2,80	2,8	4	3,3	0,28	0,23	0,51	2,29	1,0

Fonte: Autoria própria

8.1.2. TORNEIRA PARA REGA DE JARDIM (ATRÁS DA EDIFICAÇÃO)

Ao lado do reservatório destinado a maquina de lavar roupas terá o reservatório das primeiras águas da cobertura, que iria para descarte. A fim de também aproveitar essa água, será locada uma torneira na parte de trás da casa destinada exclusivamente para rega de jardim, pois essa água contém mais impurezas do que o indicado em norma para ser utilizado em peças sanitárias da casa. Para verificação da perda de carga e a pressão disponível na torneira que vai alimentar a torneira para rega de jardim, foi preenchida o Quadro 11, de acordo com a NBR 5626 – Instalação predial de água fria (1998). Temos como dados do projeto:

- Material a ser utilizado: PVC rígido;
- Diâmetro de alimentação da torneira: 20 mm;
- Conexões do reservatório à torneira: 04 Joelhos 90°, 01 saída da tubulação e 1 tê (Verificar no isométrico);
- Comprimento da tubulação: 1,70 m (Verificar em projeto);
- Diferença de cota: 3,10m (Verificar em projeto);
- Pressão requerida na torneira: 1,0 mca (De acordo com item 5.3.5.1 da NBR 5626);
- Essa torneira se encontrará a 0,60 m do piso acabado.

Quadro 11: Verificação da pressão disponível na torneira que será destinada à rega de jardim (atrás da casa)

Trecho	Soma dos pesos	Q (L/s)	D (mm)	V (m/s)	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (m)	Pressão disponível (m)	Comprimento da tubulação (m)					Pressão disponível residual (m)	Pressão requerida (m)
								Real	Equivalente	Tubulação	Conexões	Totais		
B-C	0,4	0,19	20	0,6	0,03	3,10	3,10	4,30	8,1	0,13	0,24	0,373	2,73	1,0

Fonte: Autoria própria

8.1.3. TORNEIRA PARA REGA DE JARDIM (FRENTE DA EDIFICAÇÃO)

Para verificação da perda de carga e a pressão disponível nessa, foi preenchido o Quadro 12, de acordo com a NBR 5626 – Instalação predial de água fria (1998). Temos como dados do projeto:

- Material a ser utilizado: PVC rígido;
- Diâmetro de alimentação da torneira: 20 mm;
- Conexões do reservatório à torneira: 03 Joelhos 90° e 01 saída da tubulação (Verificar no isométrico);
- Comprimento da tubulação: 1,80 m (Verificar em projeto);
- Diferença de cota: 0,83m (Verificar em projeto);
- Pressão requerida na torneira: 1,0 mca (De acordo com item 5.3.5.1 da NBR 5626,1998);
- Essa torneira se encontrará a 0,60 m do piso acabado.

Quadro 12: Verificação da pressão disponível na torneira que será destinada à rega de jardim (frente da casa)

Trecho	Soma dos pesos	Q (L/s)	D (mm)	V (m/s)	Perda de	Diferença de cota (m)	Pressão disponível (m)	Comprimento da tubulação (m)		Perda de carga (m)			Pressão disponível residual (m)	Pressão requerida (m)
					de carga unitária (m/m)			Real	Equivalente	Tubulação	Conexões	Totais		
D-E	0,4	0,19	20	0,6	0,03	0,83	0,83	1,80	4,5	0,054	0,14	0,20	0,63	1,0

Fonte: Autoria própria

Como pode-se observar as velocidades, pressões e vazões máximas e/ou mínimas foram atendidas conforme a NBR 5626/98 para a primeira e segunda situação, mas não foi suficiente para a terceira. No Quadro 13 tem-se os valores máximos. Devido a torneira não ter pressão suficiente para atender à norma, a mesma será destinada para irrigação por gotejamento das plantas.

Quadro 13: Velocidade e vazões máximas				
BITOLAS		Velocidade máxima	Vazão máxima	
DN (mm)	Ref.	m/s	L/s	m³/dia
15	½"	1,60	0,20	17
20	¾"	1,95	0,55	47
25	1"	2,25	1,20	95
32	1.1/4"	2,50	2,50	173
40	1.1/2"	2,75	4,00	260
50	2"	3,00	5,90	208

Fonte: Autoria própria

8.2. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO – MÁQUINA DE LAVAR ROUPA

O reservatório de alimentação da maquina de lavar roupa será dimensionado conforme o Metodo Rippl sugerido pela NBR 15527(ABNT, 2007).

Quadro 14: Dimensionamento reservatório para máquina de lavar roupas

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença	Diferença acumulada dos valores positivos
					entre o volume da demanda e o volume de chuva (m³)	
Janeiro	70	1,2	110,14	6,17	-4,97	0
Fevereiro	90		110,14	7,93	-6,73	0
Março	120		110,14	10,57	-9,37	0
Abril	115		110,14	10,13	-8,93	0
Maio	75		110,14	6,61	-5,41	0

Junho	45		110,14	3,97	-2,77	0
Julho	110		110,14	9,69	-8,49	0
Agosto	110		110,14	9,69	-8,69	0
Setembro	65		110,14	5,73	-4,53	0
Outubro	35		110,14	3,08	-1,88	0
Novembro	22		110,14	1,94	- 0,74	0
Dezembro	43		110,14	3,79	-2,59	0
Total	900	14,4	-	79,30	-	0

Fonte: Autoria própria

A nível de dimensionamento Macintyre (2016) considera 15 L/hab./dia. Para Barreto (2008) o consumo da máquina de lavar roupas é de 27,7 L/hab./dia. Será considerado o consumo de 20 L/hab./dia para lavagem de roupa em todos os meses do ano. De acordo com o catálogo das máquinas de lavar disponíveis no mercado e o Manual do Instituto de Pesquisa Tecnológico (2016), para reaproveitamento de águas cinzas, a quantidade de água consumida varia entre 100 e 180 L de água pelo ciclo completo de lavagem (Todas as etapas de lavagem). Desta forma, considerando uma maquina que consume 150 L, teríamos o equivalente a 16 lavagens de roupa por mês. O coeficiente de Runoff adotado como 0,80, devido a rugosidade da cobertura de telhas cerâmicas. O sinal negativo na sexta coluna da tabela indica que a quantidade de chuva mensal supera a demanda de água. A sétima coluna soma do valor resultante no mesmo mês da coluna 6 mais o acumulado do mês anterior da coluna 7. Quando o valor nesta coluna for menor que zero, o mesmo deverá ser desconsiderado.

De acordo com esse método o volume do reservatório seria calculado a partir do volume de água necessário nos meses em que a demanda seria maior que a oferta. Como pode ser visto no Quadro 14, a demanda foi menor que o acumulado em todos os meses, logo, não teríamos ferramenta para esse cálculo. Visando que é necessário entre 100 e 180 l de água para uma lavagem, será adotado um reservatório de 750 litros, que permitiria 5 lavagens de roupa com a agua acumulada no reservatório. Aproximadamente 2 semanas sem complementação da água da potável em caso de não ocorrer chuva. Os dados da primeira coluna foram recolhidos no site da EMPARN.

De acordo com um Segundo método sugerido pela norma teríamos:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação}$$

Onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$$V_{\text{mensal}} = 75.110,14.0,8.9$$

$$V_{\text{mensal}} = 5947,56 \text{ L} = 6 \text{ m}^3$$

Sendo a precipitação média mensal igual a 900 mm/ano dividido por 12 meses. A cobertura a ser considerada é a área de contribuição 01 e a área de contribuição 02, conforme projeto de drenagem de água pluvial.

8.3. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO – REGA DE JARDIM (FRENTE DA CASA)

Foi considerado o consumo de 1,5 l de água por m² de área de jardim por dia. (Macintyre, 2016). Sabendo-se que existirá um sistema de bacia de evapotranspiração e círculo de bananeiras que irrigará muitas das plantas presentes no terreno, a quantidade de água requerida para rega de jardim será bem menor do que o normal. Sabendo também que a pressão requerida no ponto não será atendida, ficou como opção da projetista e da proprietária da residência utilizar esse ponto para uma irrigação por gotejamento de plantas da residência. Desta forma será adotada uma demanda de 30 l/dia. O coeficiente de Runoff será adotado como 0,80, devido a rugosidade da cobertura de telhas cerâmicas. De acordo com um dos métodos sugerido pela norma teríamos:

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta_{\text{FATOR DE CAPTAÇÃO}}$$

Onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$\eta_{\text{FATOR DE CAPTAÇÃO}}$ é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

$$V_{\text{mensal}} = 75.63,09.0,8.0,9$$

$$V_{\text{mensal}} = 3406,86 \text{ l} = 4 \text{ m}^3$$

Já o volume requerido para irrigar as plantas seria de:

$$V = 30 \text{ dias} \cdot \frac{30l}{\text{dia}} = 900 l/mês$$

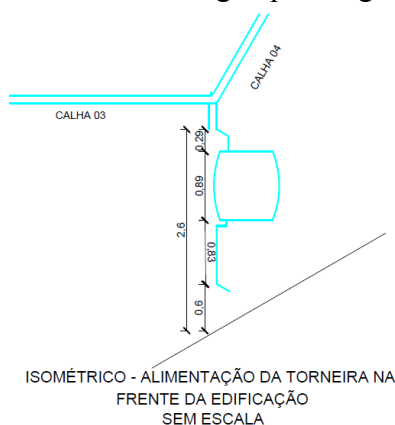
Onde a área de cobertura a ser considerado é o equivalente à área de contribuição 03 e 04. Está sendo opção da projetista e da proprietária a não utilização de bombas para irrigação na residência; opta-se apenas pela força da gravidade. Caso projetista deseje utilizar todo o potencial oferecido por essa área de captação de água, seria possível armazenar a precipitação em uma cisterna e utilizar bomba para elevar a pressão disponível. Para armazenar essa água é necessário suspender o reservatório do chão para que resulte em uma maior pressão disponível. Serão utilizadas três bombonas suspensas a 1,40 do chão, conforme Figura 21 e Figura 22.

Figura 21 - Mini cisterna de bombonas



Fonte: <http://www.sempresustentavel.com.br/galeria/2016/marcel-santos.htm>

Figura 22 - Armazenamento de água para rega de jardim



Fonte: Autoria própria

8.4. PRE-FILTRAÇÃO, SEPARADOR DAS PRIMEIRAS ÁGUAS, EXTRAVASOR E DISPOSITIVO DE ESGOTAMENTO

A) A pré-filtração pode se dar através de um filtro acoplado ao sistema das calhas, podendo ser ele de PVC, fibra de vidro, concreto ou alvenaria. No nosso caso será adotado PVC. Este dispositivo tem o objetivo de retirar detritos maiores, como galhos e folhas, antes da passagem pelos filtros do reservatório.

Será adotado o filtro de água de baixo custo de 100 mm, conforme esquema a seguir:

Figura 23 – filtro para retenção de impurezas

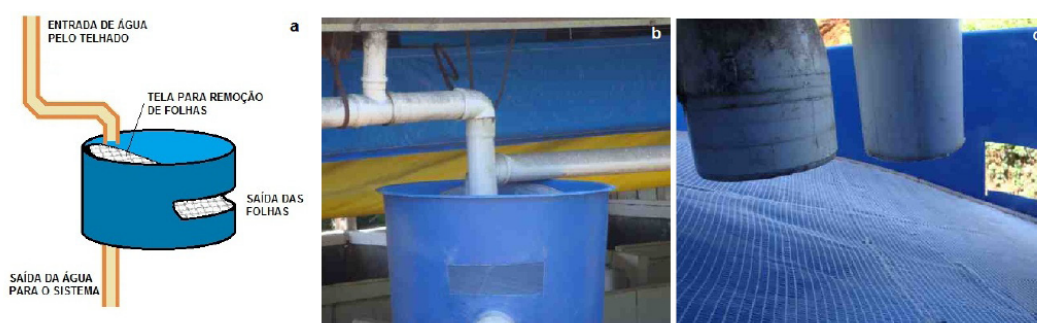


Ilustração: Alexandre Matthiensen (a); Fotos: Jacir J. Albino (b); Paulo C. Baldi (c)

Fonte; OLIVEIRA et al., 2012.

B) O dispositivo separador das primeiras águas será utilizado em um local: No telhado mais elevado, pois para rega de jardim não seria impecílio uma água com algumas impurezas do telhado. Para o telhado referente à área de contribuição 01 e 02 temos os

seguintes cálculos:

$$V = \frac{2mm \cdot (60,75 + 49,39)m^2}{1000}$$

$$V = 0,22 m^3$$

Será utilizado um reservatório de 250 l. Para o fechamento desse reservatório ser efetuado quando os 220 litros forem alcançados, será utilizado um sistema de boias que irá fechar a tubulação quando o nível da água chegar ao esperado.

Tomando como medida um reservatório Fortlev, conforme Figura 25, tomando como a largura e constante em toda a altura para o cálculo do volume,

$$A_{base\ do\ reservatório} = \pi \cdot r^2$$

$$A_{base\ do\ reservatório} = \pi \cdot \left(\frac{0,78}{2}\right)^2$$

$$A_{base\ do\ reservatório} = 0,48\ m^2$$

Assim, para um volume de $0,22\ m^3$,

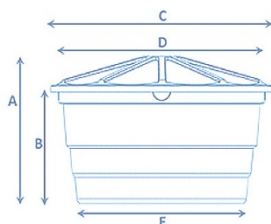
$$V = A \cdot h$$

$$0,22 = 0,48 \cdot h$$

$$h = 0,46\ m$$

A altura da tubulação de fechamento deve ficar a 0,46 cm do fundo do reservatório, para então permitir a passagem da água limpa para o recipiente seguinte.

Figure 24 - Reservatório de água modelo



Fonte: catálogo Fortlev

Quadro 15 : Dimensões reservatório

Capacidade (L)	Dimensões (m)				
	A	B	C	D	E
250 L	0,66	0,50	1,04	1,03	0,78

Fonte:Fortlev

Onde

A – Altura com tampa;

B – Altura sem tampa;

C – Diâmetro com tampa;

D – Diâmetro sem tampa;

E – Diâmetro da base.

Essa água será conectada a uma torneira na parte de trás da residência para uso externo. O cálculo da sua pressão segue conforme o Quadro 11.

O extravasor estará presente na parte superior de cada reservatório com uma bitola superior à da canalização de alimentação, conforme item 5.2.8.5 da NBR 5626. A tubulação de limpeza estará na parte inferior de cada reservatório. Será adotado tubulação de 40 mm para limpeza.

9. CONCLUSÕES

A água da chuva será reutilizada para atender a máquina de lavar roupas e a rega de jardim, após a devida separação das primeiras águas de chuva e do tratamento adequado dessa água pluvial que será utilizada.

O sistema deverá ser instalado conforme o projeto bem como os diâmetros e os materiais. Qualquer alteração que ocorra em virtude de uma possível limitação do terreno deverá ser comunicada ao projetista para que os cálculos sejam refeitos.

Os condutores horizontais devem ser dispostos perpendiculares à declividade do terreno para que a drenagem seja otimizada. É importante que a grelha de ferro ou material similar seja removível para que seja possível a limpeza e manutenção, pois o entupimento dos drenos por qualquer tipo de material pode inutilizar o sistema.

REFERÊNCIA

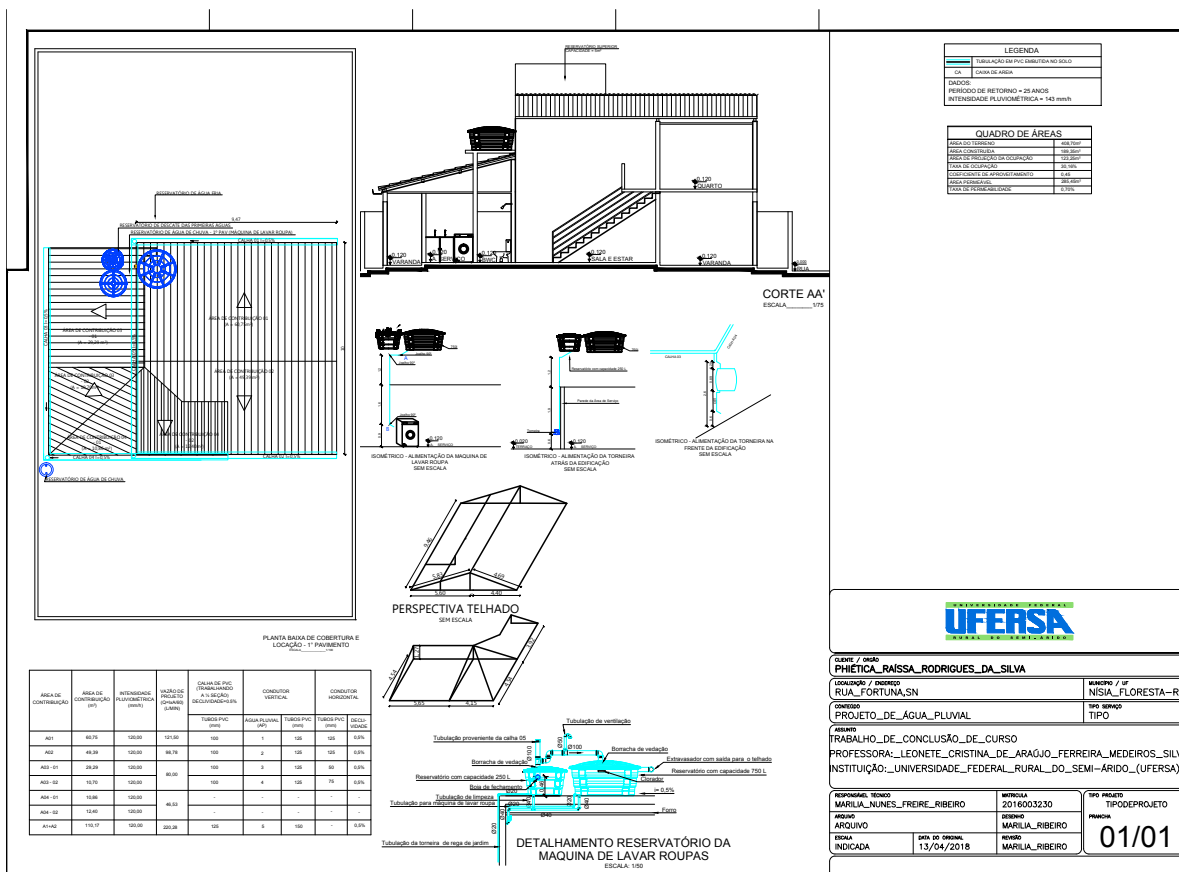
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 15527: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ALVES, Wolney Castilho et al. **Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar** [livro eletrônico]. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016.

ANEXO C – PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL



ANEXO D – MEMORIAL DE ESGOTO SANITÁRIO



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – MEMORIAL DESCRITIVO DE
ESGOTO SANITÁRIO**

**ALUNA: MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO
PROFESSORA: LEONETE CRISTINA DE ARAÚJO MEDEIROS SILVA**

CARAÚBAS - RN, 2018

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	77
2. INTRODUÇÃO.....	78
3. OBJETIVOS.....	78
4. NORMAS CONSULTADAS	78
5. DADOS DA EDIFICAÇÃO	78
5.1 ENDEREÇO.....	78
5.2 ÁREAS.....	79
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS	79
7. BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	79
7.1. DIMENSIONAMENTO	79
7.2 DETALHES CONSTRUTIVOS	81
8. CÍRCULO DE BANANEIRA.....	81
8.1 DIMENSIONAMENTO	81
8.2 DETALHES CONSTRUTIVOS	83
9. CONCLUSÃO.....	83
REFERÊNCIAS.....	84

1. RESUMO

Este documento constitui o projeto técnico de esgotamento sanitário da residência, de propriedade da PHJETICA RAÍSSA RODRIGUES DA SILVA.

Como não existe rede de coleta de esgoto na localidade, o sistema foi projetado de forma singular, com capacidade de tratar todos os dejetos provenientes da casa bem como o destino final.

A população da residência a ser considerada será de 4 pessoas (02 pessoas por dormitório) segundo o Quadro 16 abaixo:

Quadro 16 : Estimativa de consumo diário de água	
Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatório	25 por pessoa

Creche	50 por pessoa
Oficina de costura	50 por pessoa

Macintyre, 2016

2. INTRODUÇÃO

Trata-se de uma residência situada no município de Nísia Floresta no Rio Grande do Norte. A edificação possui dois pavimentos e está localizada em uma rua que ainda não está contemplada com o sistema de saneamento básico municipal.

Todas as instalações sanitárias são ligadas a uma rede privada de esgotamento sanitário. O sistema adotado no mesmo foi a utilização de bacia de evapotranspiração e círculo de bananeiras. Os critérios utilizados estão baseados no modelo de dimensionamento da EMBRAPA-MG para atender comunidades rurais de Minas Gerais, além da monografia de Adriana Farina Galbiati, 2009.

3. OBJETIVOS

O objetivo do projeto é tratar e dar destinação final adequada ao efluente gerado na edificação de forma eficiente e simples, para que essas determinações sejam atendidas:

- a) Evitar a poluição das águas subterrâneas;
- b) Após o funcionamento não venha a apresentar odores desagradáveis, presença de insetos e outros inconiventes;
- c) Evitar poluição dos solos;
- d) Reutilização de água.

4. NORMAS CONSULTADAS

- NBR 8160 de setembro de 1999: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

5. DADOS DA EDIFICAÇÃO

5.1 ENDEREÇO

A edificação está locada na Rua Fortuna, Nísia Floresta – RN, S/N.

5.2 ÁREAS

Área do Terreno: 408,70 m²

Área construída: 182,68 m²

Área de Cobertura: 123,25 m²

Área Permeável: 292,07 - m²

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todas as tubulações secundárias com diâmetro menor ou igual a 75mm devem ter declividade mínima de 2%, se a tubulação for maior ou igual a 100mm, essa deve ter declividade mínima de 1% em direção aos desconectores (caixas sifonadas e de gordura). Alvenaria de tijolo comum dobrado (e=20 cm) para caixa de inspeção (se necessário).

7. BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Para a execução da bacia de evapotranspiração é importante seguir alguns descritos abaixo:

- Borda do tanque ter, no mínimo, 10 cm acima do nível do solo a fim de evitar o escoamento superficial de água de chuva para dentro da bacia;
- Separação da água servida da casa;
- Apenas efluentes provenientes do vaso sanitário devem ser direcionado para a bacia de evapotranspiração;
- Utilização de espécies vegetais nativas de alta demanda de água e crescimento rápido;
- Cautela ao manusear o solo do interior do TEvap para não ter contato com as plantas acima do sistema para não haver contaminação;
- Consumo de frutos e folhas produzidos na TEvap apenas após correta higienização;

7.1.DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento da TEvap deve-se observar os seguintes itens:

- Número de usuários do sistema;
- Vazão diária por pessoa, de acordo com o tipo de descarga instalada;
- Coeficiente do tanque;
- Evapotranspiração de referência média do local (mm.d-1);
- Pluviosidade media do local, em mm.d-1;

- coeficiente de infiltração, variando de 0 a 1.

Com isso, podemos dimensionar uma fossa séptica de câmara única (o que se aplica neste caso) com o seguinte cálculo:

$$A = \frac{n.Qd}{ET_0.K_{tevap} - P.K_i}$$

Onde,

A – Área superficial do tanque, em m²;

n – número médio de usuários do sistema;

Qd – Vazão diária por pessoa, em l.d⁻¹, de acordo com o tipo de descarga e o número de utilizações por pessoa;

K_{tevap} – Coeficiente do tanque, adotado como 2,71, para as condições da realização da pesquisa;

ET₀ – Evapotranspiração de referência média do local, em mm.d⁻¹;

P – Pluviosidade média do local, em mm.d⁻¹;

K_i – Coeficiente de infiltração, variando de 0 a 1.

$$A = \frac{4.25}{4,36.2,71 - 5,43.0,6} = 12,06 \text{ m}^3$$

Onde,

$$Et_0 = 4,36$$

Segundo Barreto, D (2008), temos um consumo médio de 24 L/had.dia para bacias sanitárias. Para o cálculo da pluviosidade média da cidade de Nísia Floresta especificamente, segundo a EMPARN a quantidade de chuva precipitada foi de 445,5 mm de 01 de janeiro de 2018 à 23 de março de 2018, resultando em 82 dias. Desta forma, teremos uma pluviosidade média de 5,23 mm.d⁻¹

De acordo com a dissertação de Galbiati (2009), o volume da bacia para uma família de até 5 pessoas poder de 12 a 16 m³. Como o dimensionamento feito para a localização da residência estava dentro desse intervalo estimado, será adotado uma bacia com 12 m³ com as seguintes dimensões:

- Profundidade (h) = 1m;
- Largura(w) = 2 m;
- Comprimento (L) = 6 m.

7.2 DETALHES CONSTRUTIVOS

Para a execução,

- A superfície do solo do tanque deve ser abaolada, de forma a ficar mais alta no centro, acima do nível da borda, de tal maneira que a água pluvial possa escoar superficialmente, após a saturação da camada superficial de solo;
- Tubo ladrão deve ser posicionado 10 cm abaixo da superfície do solo do tanque;

8. CÍRCULO DE BANANEIRA

O tratamento das águas cinzas será feito através do círculo de bananeiras, sistema esse que consiste na construção de valas rodeado de bananeiras espaçadas de 60 cm onde se destina o efluente. As bananeiras se adaptam bem a solos com alta umidade e ricos em matéria orgânica. Também podem ser plantados lírios e mamoeiros. A principal manutenção necessária para esse sistema é a colheita dos frutos e evitar crescimento excessivo de vegetação no local. Para um tratamento primário a fim de remover as partes sólidas desse efluente, será utilizado caixa de gordura para a água proveniente da cozinha (MARTINETTI, 2007). Essas valas serão preenchidas com material orgânico de difícil decomposição como pedaços de madeira, galhos, folhas secas e capim, formando uma camada de recepção para o efluente, que irá infiltrar no solo e favorece as bananeiras. (VIEIRA, 2006). Segundo Galbiati (2009) a existência de fósforo e nitrogênio no efluente é conveniente para fertilização do solo, beneficiando as plantas assistidas por ele.

8.1 DIMENSIONAMENTO

De início o efluente passará por um tanque séptico com as seguintes dimensões:

$$V = 1000 + N(CT + KLf)$$

Sendo,

V Volume útil em litros;

N o número de pessoas ou unidades de contribuição;

C a contribuição de despejos, em litros/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

T o período de retenção em dias;

K a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;

Lf é a contribuição de lodo fresco, em litros/dia x dia ou em litros/unidade x dia.

Desta forma temos:

$$V = 1000 + 504.1 + 97.1$$

$$V = 1601 \text{ l} = 1,6 \text{ m}^3$$

Como necessitamos que o efluente infiltre o solo e deixo-o úmido, podendo-se assim utilizar do dimensionamento da área de infiltração utilizada para sumidouros e valas de infiltração. O dimensionamento terá como base informações de Timm (2016). As dimensões do sumidouro são determinadas em função da capacidade de absorção do terreno. Para isso devem ser realizados testes de infiltração no local. O terreno a qual será instalado o empreendimento possui taxa de infiltração de água no solo da ordem de 60 litros por metro quadrado por dia. Então é necessário proporcionar uma área igual ou superior ao requerido, para que os líquidos efluentes sejam devidamente infiltrados no solo. As informações necessárias para esse dimensionamento são:

- Determinação da área de absorção do solo

$$A = V/C_i, \text{ substituindo}$$

- **V (Volume de contribuição diária em l/dia) = $N \times C = 4 \times (150 - 24) = 504 \text{ l/dia}$**

conforme Barreto, D. 2008, Quadro 16 e Macintyre (2016);

Obs.: É desconsidera a contribuição das bacias sanitárias

- **$C_i = 60 \text{ l/m}^2.\text{dia}$.**

Portanto:

$$A = \frac{504}{60}$$

$$A = 8,4 \text{ m}^2 \text{ (área de infiltração necessária);}$$

De acordo com Venturi (2017) o dimensionamento parte do mesmo cálculo utilizado nas valas de infiltração e sumidouros reduzida a taxa de evapotranspiração pelas plantas. Ou seja, para a área de infiltração necessária, de $8,4 \text{ m}^2$ (águas cinzas), menos o coeficiente da taxa de evapotranspiração para o local, que no caso é de 4,36, multiplicado pela área de folhas a ser desenvolvida. Esta área folhar é considerada equivalente a área de infiltração. Desta forma, considera-se que cada vala de círculo de bananeira terá um m^2 , cercado de bananeiras (pelo menos 5 por vala).

Portanto:

$$A = \frac{A_i}{ET}$$

Onde:

A = Área total ocupada por círculos de bananeiras, em m²

A_i = área de infiltração de necessária, em m²

ET = evapotranspiração de referência média do local, em mm.d-1

$$A = \frac{8,4}{4,36}$$

$$A = 1,93 \text{ m}^2$$

Ou seja, 2 círculos de bananeiras. Será representado 3 4 círculos de bananeira para possibilitar a utilização dos mesmo para caso de excedente de efluente da bacia de evapotranspiração ou para alternar os círculos que estarão recebendo águas cinzas.

8.2 DETALHES CONSTRUTIVOS

- Preencher o fundo da vala com galhos, troncos e entulhos de construção;
- A ligação da canalização das águas cinzas deve ir até o meio da vala;
- Cobrir o material de difícil decomposição e a saída da canalização com palha e folhas secas;
- Optar por bananeiras, mamoeiros ou outras plantas macrófitas para serem plantadas no entorno do círculo;
- Construir barreira de 30 cm de altura ao redor do círculo para evitar transbordamento;
- Em solos arenosos existe a possibilidade de impermeabilizar o fundo da vala, na parte côncava da perfuração utilizando lona ou argila compactada.

9. CONCLUSÃO

A experiência e conhecimento prático de permacultores e trabalhadores agrícolas não devem ser desconsiderados das hipóteses para a busca por um sistema de tratamento de efluentes mais eficientes na engenharia civil.

Toda a água cinza e de bacias sanitárias serão reaproveitadas de tal maneira a beneficiar plantas e o solo local, evitando contaminação do lençol freático. Todos os

sistemas dimensionados estarão a no mínimo 15 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR **5626**: NBR 8160: **Instalações Prediais de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, 1999.

ALVES, Wolney Castilho et al. **Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar** [livro eletrônico]. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016.

BARRETO, Douglas. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.23-40, jun. 2008.

GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Campo Grande - MS, 2009.

IAPAR. **Tabela de Radiação Solar Global Extraterrestre**. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/radiacao_solar.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

MANDAI, P. **Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração**. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico -ANEDE. Monitoria Canário Verde, Brasília. Relatório técnico. 2006.

MARTINETTI, Thaís; SHIMBO, Ioshiaqui; TEIXEIRA, Bernardo AN. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007. Disponível em: http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_019.pdf. Acesso em: 25 março 2018.

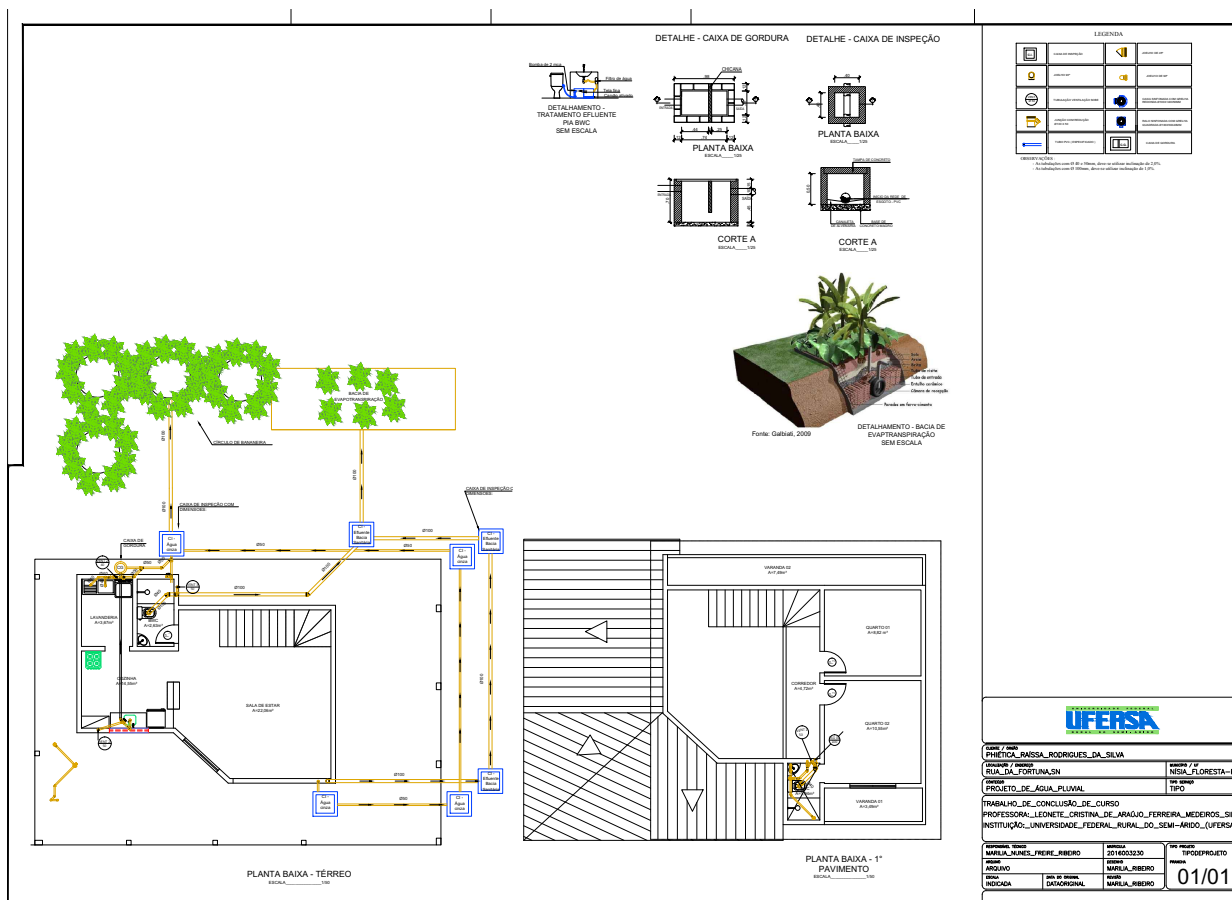
OLIVEIRA, Paulo Armando Vitória de et al. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. 38 p.; 21 cm. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 01016245; 157).– Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

TIMM, Jeferson Müller. **Círculo de bananeiras**: Tratamento de águas cinzas. 2016. Disponível em: <<http://www.ambientaldaterra.com.br/circulo-de-bananeiras/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VENTURI, Marcelo. **Saneamento Ecológico**. 2017. Disponível em: <<http://fazenda.ufsc.br/descricao-fisica/areas-didaticas-experimentais/agroecologia/permacultura/saneamento-ecologico/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VIEIRA I (2006) **Círculo de bananeiras**. Disponível em: <<http://www.setelombas.com.br/2006/10/14/circulo-de-bananeiras>>. Acesso em: 25 de março de 2018.

ANEXO E – PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO



ANEXO F – MEMORIAL DE ÁGUA FRIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – MEMORIAL DESCRITIVO DE
ÁGUA FRIA**

**ALUNA: MARILIA NUNES FREIRE RIBEIRO
PROFESSORA: LEONETE CRISTINA DE ARAÚJO FERREIRA MEDEIROS SILVA**

CARAÚBAS - RN, 2018

SUMÁRIO

1. RESUMO	91
2. INTRODUÇÃO.....	91
3. OBJETIVO.....	91
4. MÉTODO	91
4.1. RESERVATÓRIO	91
4.1.1. DIMENSIONAMENTO	91
4.2. PONTOS DE UTILIZAÇÃO	94
4.2.1. PRESSÕES DISPONÍVEIS	94
4.3 PEÇAS UTILIZADAS	96
5. CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS.....	97

10. RESUMO

Este memorial descritivo tem como objetivo facilitar e nortear o entendimento quanto ao conceito e as especificações de materiais para o projeto de destino de instalações de Águas Fria da proprietária PHIÉTICA RAÍSSA RODRIGUES DA SILVA. A edificação será construída em Nísia Floresta/RN.

11. INTRODUÇÃO

As normas brasileiras estabelecem os diâmetros, materiais, pressões e vazões mínimas e máximas necessárias para um correto funcionamento do sistema de água fria de uma residência ou estabelecimento.

Com isso é necessário dimensionar sistemas adequados as Normas Técnicas Brasileiras, nesse caso, a ABNT NBR 5626 de 1998 que dispõe a respeito das instalações prediais de água fria. Além da NBR o projeto leva em consideração as características da localidade como também o projeto de arquitetura. É importante salientar que o sistema de águas fria foi complementado pelo sistema de águas pluviais em alguns dos seus pontos de uso, como a máquina de lavar roupas e nas torneiras de uso externo da casa.

12. OBJETIVO

Equipar uma edificação com sistema de abastecimento de água fria visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, conforto e durabilidade. Os projetos estarão anexos ao memorial.

13. MÉTODO

Inicialmente foi observada a melhor localização para o reservatório da edificação e dimensionado. Após observados esse ponto, foram identificados os pontos de utilização de água na residência e calculados os diâmetros e pressões nos pontos de utilização.

13.1. RESERVATÓRIO

Destinado a reservação de água que será utilizada na residência por um período de no mínimo 24 horas, segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), e não ultrapasse três vezes o mesmo.

13.1.1. DIMENSIONAMENTO

A edificação conta com 2 dormitórios, que seguindo o Quadro 17, contará com a população de 4 pessoas.

Quadro 17: Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

Natureza do local	Taxa de ocupação
Prédios de apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Restaurantes	Uma pessoa por 1,5 m ² de área
Teatros e cinemas	Uma cadeira para 0,70 m ² de área
Lojas (Pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,5 m ² de área
Lojas (Pavimento superior)	Uma pessoa por 5,0 m ² de área
Supermercados	Uma pessoa por 2,5 m ² de área
<i>Shoppings centers</i>	Uma pessoa por 5,0 m ² de área

Fonte: Macintyre, 2016

De acordo com o Quadro 17, o consumo da edificação será de 150 L/pessoa.dia, resultando em um consumo de 600 L/dia.

Quadro 18 : Estimativa do consumo de água

Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área

Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatório	25 por pessoa
Creche	50 por pessoa
Oficina de costura	50 por pessoa

Fonte: Macintyre, 2016

A fim e atender à norma vigente, o reservatório deve atender a seguinte capacidade:

$$R = 1,5 \cdot C$$

$$R = 1,5 \cdot 600$$

$$R = 900l$$

Onde,

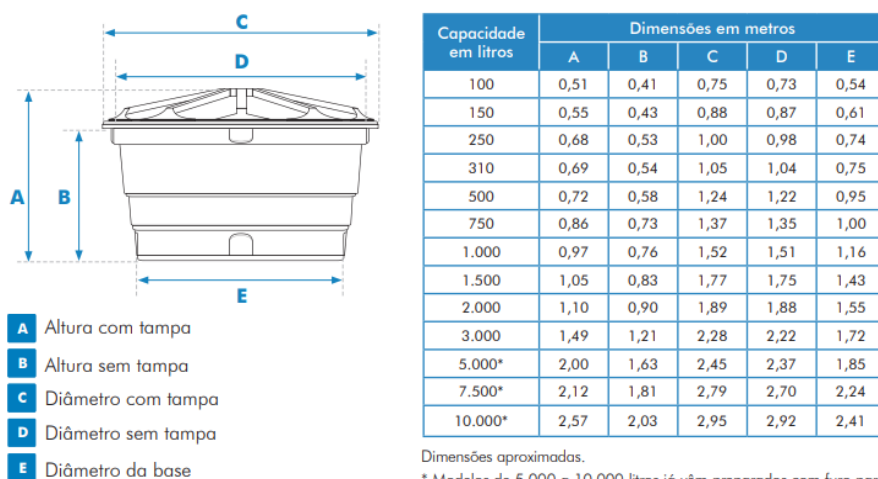
R é a reserve de água em litros;

C é o consume diário da edificação em litros;

e 1,5 indica que será reservado a quantidade para o consumo de 1 dia e meio.

De acordo com o catálogo da FORTLEV, a opção mais adequada seria o reservatório de 1000 L.

Figura 26 : Catálogo de caixas d'água



Fonte: FORTLEV

A caixa d'água estará locada acima da área de maior utilização de água da residência, a área de serviço e banheiro do pavimento térreo, estando essa sobre o telhado do 1º pavimento para também atender o banheiro do 1º pavimento.

13.2. PONTOS DE UTILIZAÇÃO

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998) cada tubulação deve ser dimensionada de tal maneira a garantir o abastecimento de água com vazão correta e sem superdimensionamento.

O pavimento térreo conta com 2 torneiras de rega de jardim, 1 chuveiro, 1 lavatório, 1 ducha higiênica, 1 bacia sanitária, 1 pia de cozinha, 1 máquina de lavar roupas e um tanque.

O 1º pavimento conta com 1 chuveiro, 1 ducha, 1 bacia sanitária e 1 lavatório. A localização de cada ponto pode ser observada na planta baixa anexa ao memorial.

13.2.1. PRESSÕES DISPONÍVEIS

Para verificação da perda de carga, velocidade, vazão, e pressões disponíveis no sistema, deve-se preencher o Quadro 19, de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998) como dados do projeto:

- Material a ser utilizado: PVC rígido;
- Distância do reservatório ao piso do térreo: 5,90 m.

Quadro 19 : Verificação de pressão no sistema

Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (m)	Pressão disponível (estática) (m)	Comprimento (m)		Perda de carga (m)			Pressão residual (dinâmica) (m)	Pressão requerida (m)
								Real	Equivalente	Tubulação	Conexões	Total		
AB	6	0,73	32	0,91	0,04	1,43	1,43	2,74	5,4	0,098	0,194	0,292	1,14	-
BC	1,4	0,35	25	0,72	0,03	2,38	3,52	8,31	7,4	0,270	0,240	0,51	3,01	-
CD	0,4	0,19	20	0,60	0,03	0,4	3,41	0,60	4,8	0,019	0,150	0,169	3,24	1
CE	0,3	0,16	20	0,52	0,02	0,8	3,81	1,30	3,6	0,032	0,088	0,119	3,69	1
CF	0,4	0,19	20	0,60	0,03	0,6	3,61	1,60	3,6	0,050	0,113	0,163	3,44	1
CG	0,4	0,19	20	0,60	0,03	-1	2,01	2,51	2,4	0,079	0,075	0,154	1,85	1
BH	4,6	0,64	25	1,31	0,09	3,48	4,62	3,48	3,2	0,320	0,294	0,614	4,00	-
HI	0,7	0,25	20	0,80	0,05	0,4	4,40	1,93	6	0,099	0,307	0,405	4,00	1
HJ	0,4	0,19	20	0,60	0,03	0,6	4,60	3,30	6,8	0,103	0,213	0,316	4,29	1
HK	0,3	0,16	20	0,52	0,02	0,8	4,80	3,20	9,2	0,078	0,224	0,302	4,50	1
HL	0,4	0,19	20	0,60	0,03	-1	3,00	4,30	3,1	0,135	0,097	0,232	2,77	1
HM	1	0,30	20	0,96	0,07	0,1	4,10	4,40	3,2	0,307	0,223	0,531	3,57	1
HN	0,7	0,25	20	0,80	0,05	0,1	4,10	4,30	3,9	0,220	0,199	0,419	3,68	1
BO	0,7	0,25	20	0,80	0,05	-0,1	4,20	4,20	4,8	0,215	0,245	0,46	3,74	1
AP	0,4	0,19	20	0,60	0,03	3,15	5,92	3,15	4,6	0,099	0,144	0,243	5,68	1
AQ	0,4	0,19	20	0,60	0,03	5,35	8,92	6,00	2,4	0,188	0,075	0,263	8,66	1

Fonte: Autoria própria

Quadro 20 : Velocidades máximas e mínimas

BITOLAS		Velocidade máxima	Vazão máxima	
DN (mm)	Ref.	m/s	L/s	m³/dia
15	½"	1,60	0,20	17
20	¾"	1,95	0,55	47
25	1"	2,25	1,20	95
32	1.1/4"	2,50	2,50	173
40	1.1/2"	2,75	4,00	260
50	2"	3,00	5,90	208

Legenda: Macintyre, 2016.

4.3 PEÇAS UTILIZADAS

A caixa acoplada dos banheiros será abastecida por água fria da rede e por água tratada da pia do próprio banheiro. O sistema de regulação de água dentro da caixa será a da já conhecida bóia, que fechará a água da rede e a água proveniente do reservatório abaixo da pia, impedindo a entrada de água e extravasamento do sistema.

A caixa acoplada utilizada será a bacia ecológica, que utiliza 6 L de água para a descarga total (fezes) e 3 L para descarga parcial (urina), conforme Manual de Instalação da ICasa (2018).

Nas torneiras e lavatórios será utilizado o dispositivo de economia de energia, os arejadores de vazão constante, que segundo Fabrimar (2017), é utilizável em torneiras, saídas ou misturadores sem limitar o conforto do usuário. Elas têm a função de misturar água com ar simulando um volume maior de água.

Peças reguladoras de vazão e torneiras com acionamento hidromecânico também serão utilizadas, temporizando o tempo de saída da água das torneiras, além de evitar desperdício de água por pingamento. Hipólito (2017)

14. CONCLUSÕES

O projeto de água fria requer cálculo e verificações matemáticas para garantir a eficiência do sistema como um todo. A busca por dispositivos economizadores de água visando construções sustentáveis e menos impactantes ao meio ambiente tem sido cada vez maior no mercado pelos consumidores.

Esse projeto associou de forma simples, com materiais convencionais e baratos sistemas de reuso de água ao sistema de água fria trazendo uma alternativa ao local com menor quantidade de água, seca e baixa renda.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998

FABRIMAR. **Arejador de vazão constante 6L**. Disponível em: <http://www.fabrimar.com.br/produtos/areador-de-vazao-constante-6-litros?linhas=195>.

Acesso em: 29 mar. 2018.

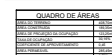
HIPOLITO, Raynara Gurgel. **Análise comparativa técnico-econômica entre projetos de instalações hidráulico-sanitárias com características sustentáveis e convencionais**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2017.

ICASA. **Icasa: Louça sanitária**. Disponível em: <http://ircoelhoconstrucao.com/home/produtos/linha-acabamentos/loucas/vasos/icasa-v-c/>.

Acesso em: 05 abr. 2018.

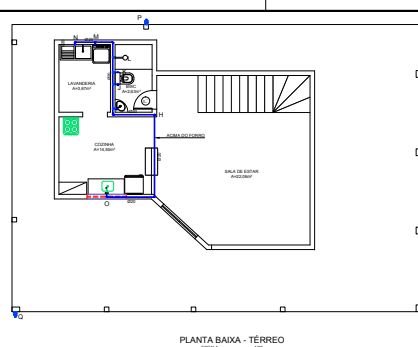
MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais**. 2. Ed. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTCE, 2016.

ANEXO G – PROJETO DE ÁGUA FRIA

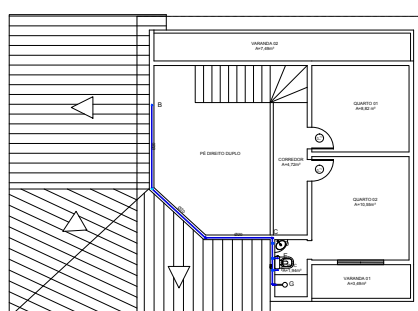
[illegible]

CUNHA / SILVA	
PHIETICA_RAISSA RODRIGUES DA SILVA	
LEONARDO / OLIVEIRA	RAISSA / FLORESTA-8
RUA_FORTUNA,SN	
PROJETO_DE_AGUA_FRIA	TIPO
TRABALHO_DE_CONCLUSAO_DE_CURSO	
PROFESSORA: LEONETE CRISTINA DE ARAUJO FERREIRA MEDEIROS, SIN	
INSTITUICAO: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ARIDO (UFERSA)	

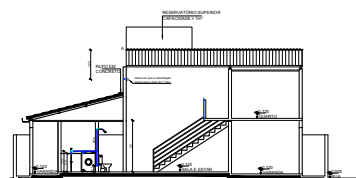
RESPONSÁVEL TÉCNICO MARILIA_NUNES_FREIRE_RIBEIRO		MATRICULA 2014003230	TIPO PROJETO TIPOC/PROJETO
ARQUIVO ARQUIVO		COPIADO MARILIA_RIBEIRO	
FECHA INDICADA	DATA DO ORIGINAL 13/04/2018		PRIMEIRO 01/01



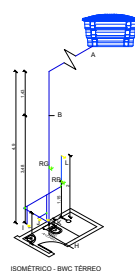
PLANTA BAIXA - TÉRREO



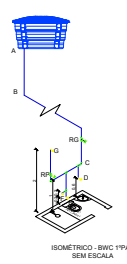
PLANTA BAIXA - 1º
PAVIMENTO



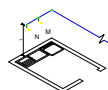
CORTE AA'



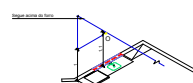
ISOMÉTRICO - BWC T
SEM ESCALA



ISOMÉTRICO - BWC 1ª PAV
SEM ESCALA



ISOMÉTRICO - ÁREA DE SERVIÇO
SEM ESCALA



ISOMÉTRICO - COZINHA
SEM ESCALA